

4º

Ciencias de la Naturaleza Biología

Cuarto Grado. Segundo Ciclo. Educación Secundaria

Libro
abierto



SERIE 1



Versión
digital



SERIE 1, PROYECTO LIBRO ABIERTO

Este libro ha sido diseñado y concebido por la **UNIDAD EDITORIAL** del **Ministerio de Educación de la República Dominicana (MINERD)** dirigida por **MANUEL NÚÑEZ ASENCIO**.

EQUIPO UNIDAD EDITORIAL

Asesoría pedagógica:	<i>Ancell Schecker Mendoza, Leonidas Germán, Carlos Geofrannys Vidal Pérez, María Virtudes Núñez Fidalgo</i>
Coordinadores de diagramación, corrección y cierre:	<i>Félix Gómez y Josephine Vilorio</i>
Asesor editorial:	<i>Lony Fernández Álvarez</i>
Diseño gráfico y diagramación:	<i>Lilian Serrano</i>
Equipo de edición:	<i>Ciencias de la Naturaleza (Rosa Iris Marte)</i>
Corrección de textos y estilo:	<i>Equipo de revisores del MINERD y del ISFODOSU</i>
Ilustración / Fotografía:	<i>Bancos de imágenes (Freepik, Pexels, Pixabay)</i>

TEXTOS Y CONTENIDOS

Coordinación general:	<i>Bolívar Yuniór Sosa Soriano</i>
Autores contenidos y textos:	<i>Aidé Rosa E. Cornielle Dipré, Shanti Turbí Cornielle y Joel Rojas González</i>
Revisor curricular:	<i>Peuens Serrano</i>
Diseño gráfico y diagramación:	<i>Rubén Rodríguez</i>
Ilustración / Fotografía:	<i>Sixto J. Inchaustegui M, Rafaelina Morales, Miguel Landestoy y Gustavo Jorquera</i> <i>Banco de imágenes (Convenio Institucional)</i>

© 2023, Ministerio de Educación de la República Dominicana, MINERD
Av. Máximo Gómez esquina Santiago, #2 Gazcue, Distrito Nacional, República Dominicana
809-688-9700 | info@minerd.gob.do | www.ministeriodeeducacion.gob.do

ISBN: 978-9945-646-52-8

Impreso por: Editora Corripio, S. A. S.



Convenio Institucional:



© 2023, Todos los derechos reservados.

Este libro es propiedad exclusiva del Ministerio de Educación de la República Dominicana, MINERD. **ESTÁ PROHIBIDA SU VENTA PARCIAL O TOTAL** y su uso se limita al sistema educativo público dominicano para el beneficio de los estudiantes, bajo el acompañamiento de los docentes, padres y tutores.

Esta publicación no puede ser reproducida, ni en todo ni en parte, ni registrada o transmitida por un sistema de reproducción de información, en ninguna forma ni por ningún medio; ya sea mecánico, foto-químico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia, o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito y certificado del Ministerio de Educación de la República Dominicana, MINERD.



AUTORIDADES

Luis Abinader

Presidente de la República Dominicana

Raquel Peña

Vicepresidenta de la República Dominicana

Ángel Hernández Castillo

Ministro de Educación

Ancell Scheker Mendoza

Viceministra de Servicios Técnicos y Pedagógicos

Julio Cordero Espaillat

Viceministro de Gestión Administrativa

Ramón Rolando Reyes Luna

Viceministro de Planificación y Desarrollo Educativo

Oscar Amargós

Viceministro de Supervisión y Control de la Calidad Educativa

Ligia Jeanette Pérez Peña

Viceministra de Descentralización y Participación

Francisco Germán D'Oleo

Viceministro de Acreditación y Certificación

Libro Abierto

Libro Abierto es la colección de textos escolares orientada a impactar en la calidad de la educación dominicana. Para la elaboración de los contenidos de estos libros se eligieron las academias científicas del país y universidades nacionales. Además, participaron el Archivo General de la Nación, Fe y Alegría y el Arzobispado de Santo Domingo. En estos centros se concentran los principales intelectuales del país cuyo talento ha sido puesto al servicio de la educación nacional.

La colección Libro Abierto tendrá dos presentaciones. Una impresa, integrada por dos series y la otra digital. En la primera se publicarán aquellos textos que se orientan a los primeros tres grados de primaria y las áreas curriculares objeto de pruebas nacionales: ciencias sociales, español, matemática y ciencias naturales.

En digital se publicarán todos los libros de textos elaborados y los materiales que sirvieron de base para la educación a distancia durante la pandemia. Al efecto, se dispone de una plataforma desde la cual, los alumnos y docentes, podrán bajar dichos materiales y hacer uso de ellos libremente. Fortalecemos así la educación bajo la modalidad híbrida.

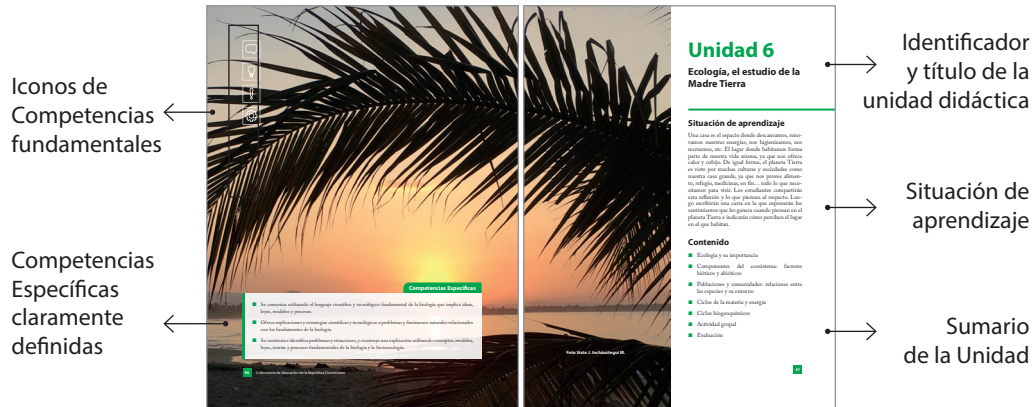
Con esta colección Libro Abierto se impactará positivamente en la calidad de la educación y, además, los recursos disponibles en el presupuesto del MINERD se utilizarán de una manera más eficiente.

Estos libros constituyen un referente cualitativo en la historia de la educación dominicana y esperamos que los directores de centros, los docentes, los alumnos y sus padres sean los críticos permanentes de los mismos y que sus opiniones ayuden a mejorarlos constantemente.

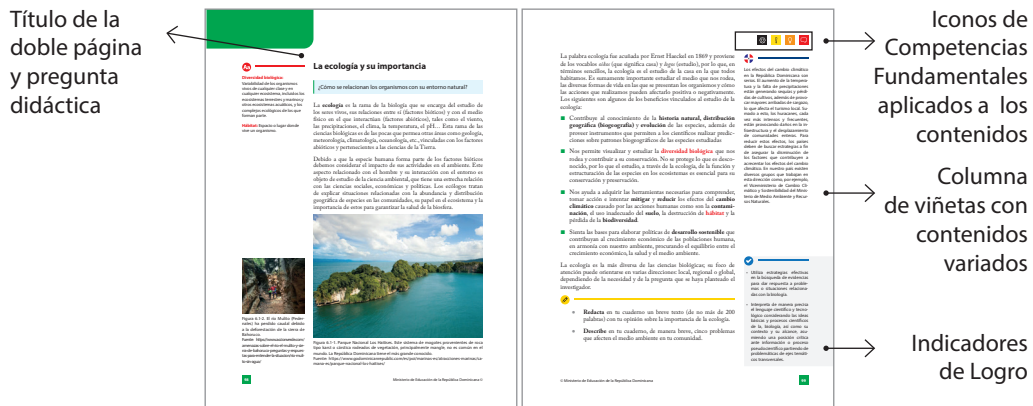
Ángel Hernández Castillo
Ministro de Educación

¿CÓMO FUNCIONA TU LIBRO?

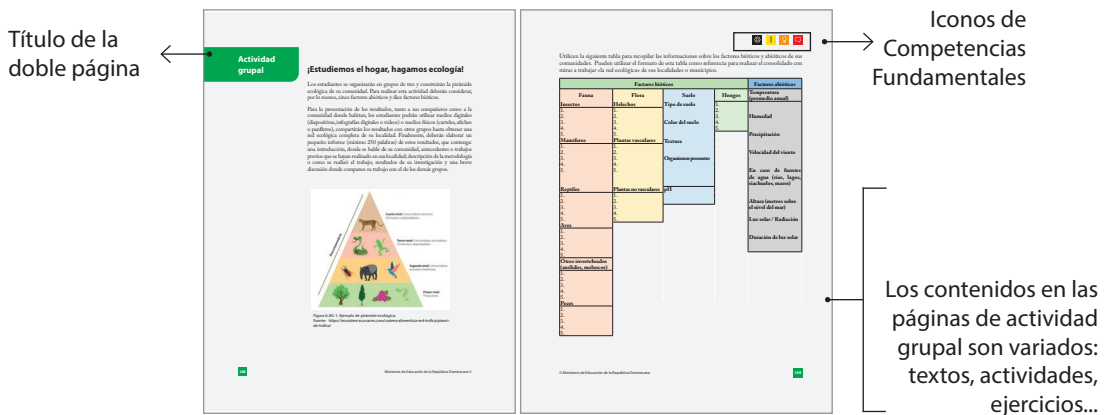
DOS PÁGINAS DE APERTURA DE UNIDAD



DIEZ PÁGINAS DE CONTENIDOS



DOS PÁGINAS DE ACTIVIDAD GRUPAL



DOS PÁGINAS DE EVALUACIÓN

Título de la doble página

Evaluación

Responde las siguientes preguntas en tu cuaderno

- ¿Qué es la ecología para ti y por qué es importante en nuestra vida?
- ¿Qué es un ecosistema y cuáles son sus componentes principales?
- De dos ejemplos de cada tipo de ecosistema en el país.
- ¿Qué es la biodiversidad y por qué es importante en conservación?
- Menciona 3 especies (dos especies nativas y exóticas) de cada reino de la vida que se hayan sido introducidas en esta unidad.
- ¿Cómo se clasifican los diferentes tipos de ecosistemas?
- ¿Qué son los factores bióticos y abióticos en un ecosistema?
- ¿Qué son los factores bióticos y abióticos en un ecosistema?
- Menciona cinco factores bióticos y abióticos que están presentes en el Parque Mirador Sur del Distrito Nacional y cinco de estos factores en el Parque Nacional Sierra de las Nubes.
- ¿Cómo afecta el cambio climático a los ecosistemas y a la biodiversidad?
- ¿Qué es la sostenibilidad y cómo afecta a los ecosistemas y a la salud humana?
- ¿Cómo se pueden aplicar los principios de la ecología en la agricultura sostenible?
- ¿Cómo afecta la deforestación a los ecosistemas y a la biodiversidad?
- ¿Qué es la desertificación y cómo se puede prevenir?
- ¿Qué son las especies invasoras y cuál es su impacto en los ecosistemas protegidos?

Redacta en tu cuaderno las siguientes respuestas en una página, máximo 3 líneas por pregunta

Escucha una parte al alfiler de la sostenibilidad sobre la importancia de la protección de los ecosistemas en tu vida. Explica de qué manera el planeta azul puede contribuir con la protección de estos recursos.

Elige un espacio verde de la República Dominicana y escribe un ensayo donde expliques su importancia ecológica, económica desde la agricultura en la cultura dominicana, historia, cómo se cuida en la actualidad para que sea un espacio que mantenga su belleza, este espacio y que se pueda hacer para protegerlo.

Autoevaluación

Completa en tu cuaderno la siguiente rúbrica

Criterios	Logrado	Mediamente logrado	En proceso
He comprendido la importancia de la ecología y su rango de acción.			
Puedo diferenciar los diferentes factores bióticos y abióticos de un ecosistema.			
Identifico con claridad de la cadena alimentaria en ecosistemas diferentes aspectos de flora y fauna.			
Describo con precisión las diferentes componentes de el sistema tres cadenas alimentarias.			

Iconos de Competencias Fundamentales

Se incluyen actividades diversas de **heteroevaluación y coevaluación.**

También incluye una **autoevaluación.**

Competencias Fundamentales



Competencia Ética y Ciudadana



Competencia Comunicativa



Competencia de Pensamiento Lógico, Creativo y Crítico



Competencia de Resolución de Problemas



Competencia Científica y Tecnológica



Competencia Ambiental y de la Salud



Competencia de Desarrollo Personal y Espiritual

Viñetas de la Unidad



VOCABULARIO. Recurso de apoyo para conocer el significado de palabras poco comunes que enriquecen el vocabulario del estudiante.



EN LÍNEA. Viñeta opcional que motiva al estudiante a buscar informaciones virtuales a través de códigos QR y enlaces que le conectan con páginas web reconocidas.



MI PAÍS. Viñeta opcional para resaltar las instituciones públicas de nuestro país que trabajan con temas específicos.



MI CULTURA. Viñeta opcional que pone de relieve los valores culturales dominicanos.



EN EL CUADERNO. Viñeta de uso obligatorio para indicar actividades y ejercicios.



INDICADORES DE LOGRO. Dirigida al docente para evaluar el avance de los estudiantes.

Consulta nuestra página web:
www.ministeriodeeducacion.gob.do



ÍNDICE DE CONTENIDOS

1

LA CÉLULA

Pág. 10

- Teoría celular y tipos de células
- Estructuras y organelos celulares: células procariotas
- Morfología y estructura de células eucariotas
- Intercambio de sustancias a través de la membrana celular
- Organismos unicelulares, multicelulares y especialización celular
- Actividad grupal: El hemograma y el cultivo de bacterias: las células de mi cuerpo hablan sobre mi estado de salud
- Evaluación

2

METABOLISMO Y RE-PRODUCCIÓN CELULAR

Pág. 28

- Energía y metabolismo celular
- Transformaciones energéticas: respiración celular y fotosíntesis
- Ciclo celular: etapas y regulación
- Mitosis o cariocinesis
- Meiosis
- Gametogénesis y reproducción sexual
- Actividad grupal: El patio de mi escuela es una fuente de información sobre energía
- Evaluación

3

GENÉTICA: EL ESTUDIO DE LA HERENCIA BIOLÓGICA

Pág. 46

- Mendel y el descubrimiento de los principios básicos de la herencia
- Los cromosomas: hogar de las unidades hereditarias
- Estructura, función y replicación del ADN
- Estructura y síntesis de ARN
- Código genético y traducción
- Actividad grupal: Impacto de la genética en el desarrollo de la sociedad humana
- Evaluación

4

GENÉTICA Y MEDIO AMBIENTE

Pág. 64

- Genética humana
- Enfermedades hereditarias y desórdenes genéticos
- Genética y medio ambiente
- Ingeniería genética y biotecnología
- Recursos genéticos
- Actividad grupal: Identifico contaminantes químicos y físicos en mi cuerpo
- Evaluación

5

EVOLUCIÓN: EL ORIGEN DE LA BIODIVERSIDAD

Pág. 80

- Biología y pensamiento evolutivo
- La Tierra primitiva y el origen de la vida
- Evidencias y huellas de la evolución
- Eras geológicas y paleobiología de La Española
- Selección natural y especiación
- Actividad grupal: ¡Estudiemus filogenia y seamos biólogos evolutivos!
- Evaluación

6

ECOLOGÍA, EL ESTUDIO DE LA MADRE TIERRA

Pág. 96

- Ecología y su importancia
- Componentes del ecosistema: factores bióticos y abióticos
- Poblaciones y comunidades: relaciones entre las especies y su entorno
- Ciclos de la materia y energía
- Ciclos biogeoquímicos
- Actividad grupal: ¡Estudiemus el hogar, hagamos ecología!
- Evaluación

7

LA MADRE TIERRA ES NUESTRO HOGAR

Pág. 112

- Recursos naturales
- Producción y distribución: alimentos y sostenibilidad de alimentaria
- Principales contaminantes del ambiente, efectos, causas y consecuencias
- Los efectos del cambio climático en la biodiversidad y el equilibrio ecológico
- Convenio de Diversidad Biológica, Cambio Climático y Desertificación y sequía
- Actividad grupal: ¡Hablemos de sostenibilidad alimentaria!
- Evaluación

8

SISTEMAS DE ÓRGANOS HUMANOS Y LA OBTENCIÓN DE ENERGÍA BIOLÓGICA

Pág. 128

- Recursos naturales
- Producción y distribución: alimentos y sostenibilidad de alimentaria
- Principales contaminantes del ambiente, efectos, causas y consecuencias
- Los efectos del cambio climático en la biodiversidad y el equilibrio ecológico
- Convenio de Diversidad Biológica, Cambio Climático y Desertificación y sequía
- Actividad grupal: Enseño a mi cuerpo cómo mantenerse sano
- Evaluación

9

ACTIVIDAD FÍSICA HUMANA Y SISTEMAS CORPORALES ASOCIADOS

Pág. 144

- Sistema excretor: hablemos del sistema urinario
- Enfermedades e higiene del sistema excretor urinario
- Estructura corporal y sistema esquelético
- Sistema muscular y movilidad
- Sistema nervioso y percepción sensorial
- Actividad grupal: La realidad de las drogas en mi entorno
- Evaluación

10

SISTEMAS DE COMUNICACIÓN, REPRODUCCIÓN Y DEFENSA DE NUESTRO ORGANISMO

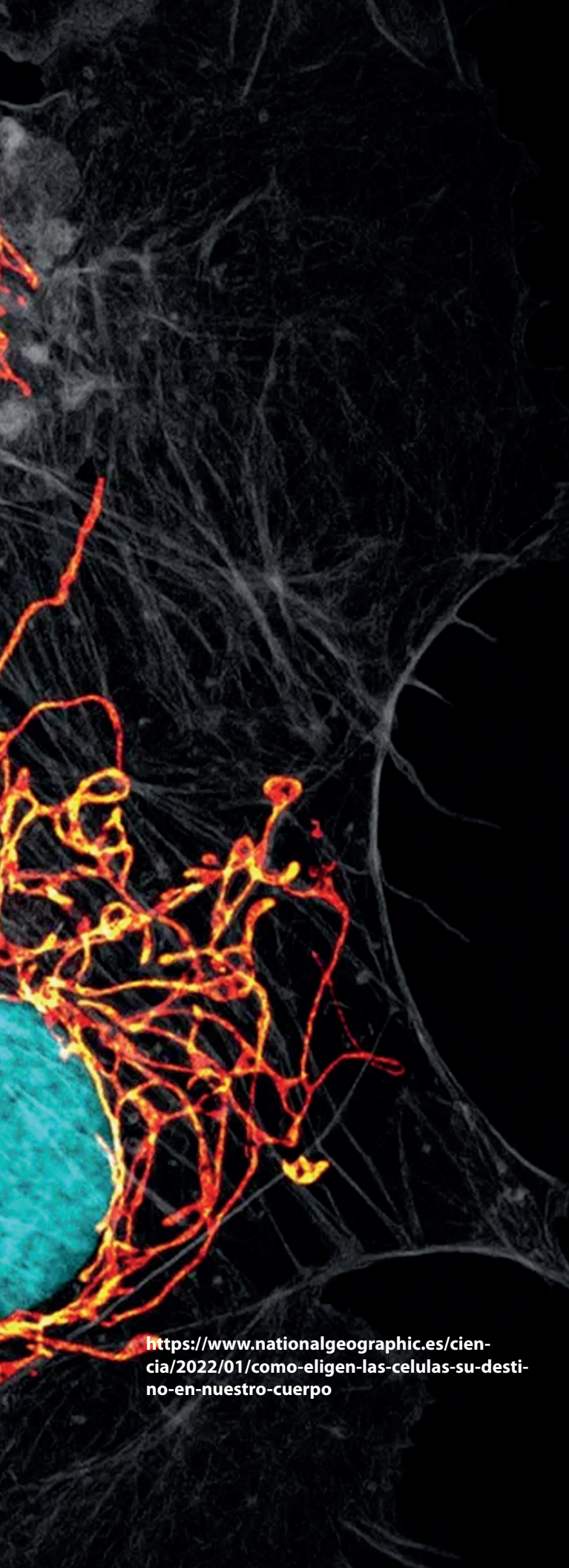
Pág. 160

- Sistema endocrino: mensajería química y regulación de procesos vitales
- Estructura y función del sistema reproductor humano
- Enfermedades de transmisión sexual y métodos de anticoncepción en humanos
- Salud sexual, embarazo y lactancia materna
- Sistema inmunitario: cómo nuestro organismo defiende su territorio
- Actividad grupal: Creación de un programa de educación sexual en mi escuela
- Evaluación



Competencias Específicas

- Se comunica utilizando el lenguaje científico y tecnológico fundamental de la biología, que implica ideas, leyes, modelos y procesos.
- Ofrece explicaciones y estrategias científicas y tecnológicas a problemas y fenómenos naturales relacionados con ideas fundamentales de la biología.
- Se cuestiona e identifica problemas y situaciones, y construye una explicación utilizando conceptos, modelos, leyes, teorías y procesos fundamentales de la biología y la biotecnología.
- Aplica diversos procedimientos científicos y tecnológicos para solucionar problemas o dar respuestas a fenómenos naturales relacionados con los fundamentos de la Biología.
- Analiza críticamente la naturaleza y filosofía de la biología, bioingenierías y bioinformática, sus aportes, alcance del desarrollo tecnológico en nuestra sociedad y la bioética en la investigación.
- Asume y actúa con responsabilidad crítica y autónoma para un desarrollo sostenible, cuidado ambiental y su salud, basadas en las ideas y teorías de la biología.
- Gestiona actitudes intelectuales, emocionales y conductuales proactivas al desarrollo de suproyección personal y profesional desde la biología, biotecnología



Unidad 1

La célula

Situación de aprendizaje

La construcción de grandes edificios se está convirtiendo en tendencia y algunos de los estudiantes se preocupan por la seguridad de estos, porque ponen en duda que bloques tan pequeños puedan sostener edificios tan grandes. Así, utilizando la indagación dialógica el docente solicita una investigación de otras cosas pequeñas que en la vida sirven de estructura a cosas más grandes y funcionan. Los estudiantes presentarán en grupos sus resultados.

Contenido

- Teoría celular y tipos de células
- Estructuras y organelos celulares: células procariotas
- Morfología y estructura de células eucariotas
- Intercambio de sustancias a través de la membrana celular
- Organismos unicelulares, multicelulares y especialización celular
- Actividad grupal: El hemograma y el cultivo de bacterias: las células de mi cuerpo hablan sobre mi estado de salud
- Evaluación

<https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2022/01/como-eligen-las-celulas-su-destino-en-nuestro-cuerpo>

Microscopía: conjunto de métodos para la investigación por medio del microscopio.

Micra (μ): unidad de medida de las células, representa una millonésima parte de un metro (1×10^{-6}).



Valonia ventricosa. La mayoría de las células no pueden ser observadas a simple vista debido a su tamaño microscópico. Sin embargo, existen excepciones y algunas pueden ser vistas directamente, como es el caso de la *Valonia ventricosa* (uva de playa o perla de mar), cuyo tamaño oscila entre 1 y 4 cm de diámetro. Fuente: <https://scuba.spanglers.com>

Teoría celular y tipos de células

¿Sabes cómo se denominan las unidades que forman el cuerpo de tu gato o tu perro? ¿Conoces el nombre de aquellas que conforman la corteza o las hojas de los árboles del parque?

Toda la vida que se manifiesta en la Tierra es el resultado de la expresión de las células que conforman a los seres vivos que habitan en ella. Las diversas formas de vida de nuestro planeta, desde los microorganismos hasta toda la diversidad que nuestros sentidos pueden captar, tienen un elemento en común, las células, que a su vez tienen propiedades comunes tales como su capacidad de crecimiento, irritabilidad, metabolismo, reproducción, adaptación y evolución, entre otras. Los primeros reportes sobre el estudio de las células iniciaron con los trabajos realizados por el **microscopista** inglés Robert Hooke, quien en 1665 observó en un corte de corcho y otros materiales biológicos estructuras a las que llamó «célula».

En el desarrollo histórico de la biología hay un curioso personaje llamado Anton Van Leeuwenhoek, un mercader holandés. Su pasatiempo consistía en pulir lentes y construir microscopios, con los que realizó múltiples observaciones en diferentes materiales biológicos, como agua de charca y sarro. Así, pudo ver microorganismos a los que llamó «animalículos». Durante 50 años, reportó sus hallazgos a la Royal London Society en Inglaterra; estos fueron validados por Hooke, quien laboraba como curador de esta institución y a quien le fue asignada esa tarea.

El microscopio es un instrumento conformado por una serie de lentes alineados verticalmente e iluminados por un campo de luz que permiten aumentar el tamaño de las imágenes observadas. Gracias al desarrollo de este instrumento, en el siglo XVII diferentes investigadores pudieron observar estructuras de organismos tanto del reino vegetal, como del animal (entre ellos Matthias Schleiden y Theodor Schwann). Estos trabajos les permitieron identificar la presencia de las células y realizar posteriormente algunas generalizaciones sobre las cuales se sustenta la teoría celular.

La teoría celular establece varios enunciados, según Matthias Schleiden y Theodor Schwann:

- «Los seres vivos están formados por una o varias células», que constituyen la unidad de estructura y función de todos los seres vivos.
- «Toda célula procede de otra célula», es decir que surgen de una preexistente.

Recientemente hemos observado la inclusión de nuevos postulados:

- «La célula posee información en la molécula de ADN». Esta información es la que permite que se lleven a cabo todas las funciones vitales en la célula.
- «La célula posee metabolismo», proceso mediante el cual realiza las conversiones energéticas para obtener, procesar o producir energía.

Las células poseen diversas formas y tamaños; podemos clasificarlas en dos grandes tipos: procariotas y eucariotas. Las procariotas son de menor tamaño ($0.5 - 1\mu$ de diámetro) y no poseen organelos membranosos; están presentes en múltiples organismos unicelulares como las bacterias y las arqueas, que pertenecen a los dominios *Bacteria* y *Arquea*, respectivamente.

Las eucariotas son de mayor tamaño, su diámetro oscila entre 5 y 10μ y poseen organelos membranosos; pueden ser observadas en organismos unicelulares y en todos los multicelulares del dominio *Eucarya*.



Microscopio. Fuente: Pexels.

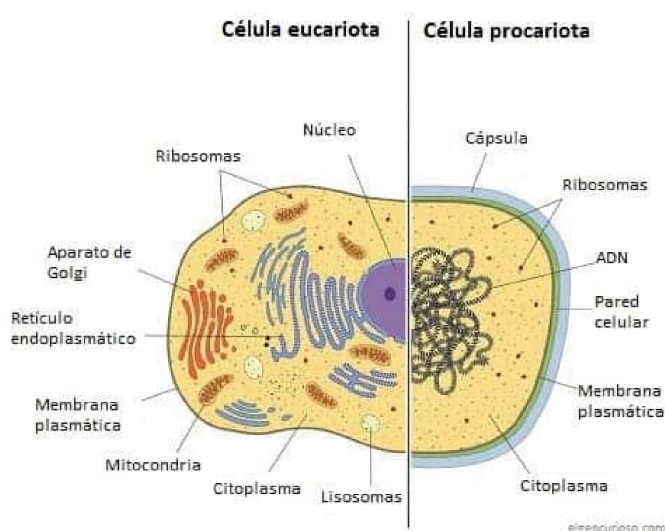


Figura 1.1-2. Esquema que ilustra de los dos tipos de células (procariota y eucariota). Las células eucariontes presentan organelos membranosos mientras que las procariotas son mucho más sencillas en su conformación. Fuente: elgencurioso.com



Realiza en tu cuaderno las siguientes actividades:

- Utilizando la tecnología, **realiza** una línea de tiempo sobre el desarrollo histórico de la teoría celular y **comparte** con tu profesor o profesora y demás compañeros de clase.
- **Enumera** cinco organismos cuyas células sean procariotas y otros cinco cuyas células sean eucariotas.
- **Investiga** y **describe** qué es un dominio. **Indica** cuál es su relación con el estudio de los seres vivos.



- Produce y comunica efectivamente información científica relacionada con los fundamentos de la biología.
- Analiza y evalúa pertinentemente las evidencias que dan respuestas a problemas y fenómenos asociados con la biología y comprendiendo el alcance de esta ciencia.

Aa

Patógeno: que origina y desarrolla una enfermedad; aplica a un microorganismo.

Neumonía: inflamación grave de los pulmones en la que los alvéolos (bolsas diminutas de aire) están llenos de líquido.

Estructuras y organelos celulares: células procariotas

¿Conoces algún organismo procariota? ¿Sabías que estos organismos son los más antiguos del planeta Tierra?

Toda célula está estructurada básicamente por citoplasma, membrana plasmática, ADN y ribosomas. Esta organización es común tanto para las células procariotas como para las eucariotas, denotando que ambas proceden del mismo ancestro.

El **citoplasma** está constituido por citosol, una masa gelatinosa en la que se encuentran suspendidos los organelos celulares. **La membrana plasmática** rodea la célula y delimita su contenido del medio exterior. Sin embargo, esta membrana posee múltiples funciones, entre ellas el transporte de sustancias desde y hacia el citoplasma.

El **ADN** es una macromolécula perteneciente al grupo de los ácidos nucleicos, cuya función es almacenar y transferir información, mientras que los ribosomas son organelos formados por dos subunidades que participan en el proceso de síntesis o producción de proteínas utilizando como base la información presente en el ARNm.

Morfología y estructura de células procariotas

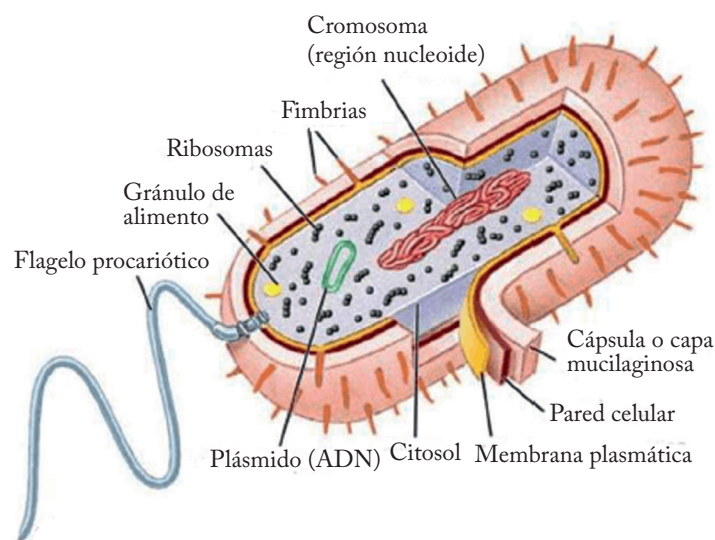


Figura 3 Estructura de una célula procariota.

Fuente: <https://view.genial.ly/5bce5481e8324063eeaa60359/interactive-content-celula-procariota>

Las células procariotas son las más primitivas. El registro fósil de organismos microscópicos (estromatolitos) indica que estas células fueron las primeras formas de vida en la Tierra, ya que estos fósiles datan de la era precámbrica. Los procariotas son organismos unicelulares, pero algunos forman colonias; están presentes en los dominios Bacteria y Arquea, que representan los grupos de organismos más numerosos, diversos y antiguos del planeta Tierra.

La arquitectura de las células procariotas es sencilla: en su citoplasma se observa una sola **molécula circular de ADN**, localizada en el **nucleóide**, y también pequeños **ribosomas**.

En esta estructura también vemos gránulos donde se almacenan sustancias alimenticias y enzimas que participan en los procesos metabólicos. La pared celular, presente en la mayoría de los procariotas, rodea la membrana plasmática y proporciona forma, soporte y protección a sus células.

Tomando como referencia su estructura y la composición de su pared celular, las bacterias se clasifican en dos grupos:

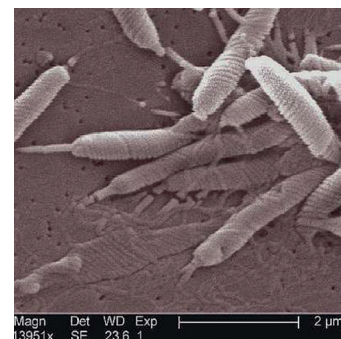
- **Grampositivas:** La pared celular de estas bacterias retiene el colorante cristal violeta. Debido a la estructura de este tipo de pared celular, conformada por una gruesa capa de peptidoglucano, estas pueden absorber el colorante, lo que ocasiona que se tornen de color morado. En este grupo se encuentra el *Streptococcus pneumoniae*, causante de la **neumonía**.
- **Gramnegativas:** La pared de peptidoglucano de estas bacterias es fina y encima de ella hay una capa de lipoproteínas y polisacáridos, lo que evita la absorción del cristal violeta y hace que esta se torne de color rojo o rosado. En este grupo podemos encontrar algunos **patógenos** causantes de infecciones como el *Helicobacter pylori*, responsable de la producción de úlceras gástricas.

Algunas procariotas poseen las siguientes estructuras: **cápsula** (envoltura localizada alrededor de la pared celular que le protege de los depredadores), **flagelo** (estructura en forma de látigo que le permite desplazarse), las **fimbrias** (apéndices alargados que les permiten adherirse a superficies), y los **pili** (más largos y a través ellos algunas bacterias pueden intercambiar material genético). Varios procariotas poseen **plásmidos**, pequeños segmentos de ADN circular que contienen genes asociados a la supervivencia del organismo, como por ejemplo, resistencia a ciertos antibióticos.



Realiza las siguientes actividades:

- **Escribe** en tu cuaderno las enfermedades que recuerdes haber tenido tú, algún miembro de tu familia, amigos o compañeros de clase. **Determina** cuáles de ellas fueron causadas por patógenos.
- **Escribe** en tu cuaderno el nombre científico de los patógenos de la actividad anterior e indica si son bacterias o no.



Helicobacter pylori: Es una bacteria que causa úlceras en el estómago y si no se trata puede causar cáncer estomacal. Fuente: Wikimedia Commons



- Utiliza estrategias efectivas en la búsqueda de evidencias para dar respuesta a problemas o situaciones relacionadas con la biología.
- Interpreta de manera precisa el lenguaje científico y tecnológico considerando las ideas básicas y procesos científicos de la biología, así como su contexto y su alcance, asumiendo una posición crítica ante informaciones o procesos pseudo científicos partiendo de problemáticas de ejes temáticos transversales.

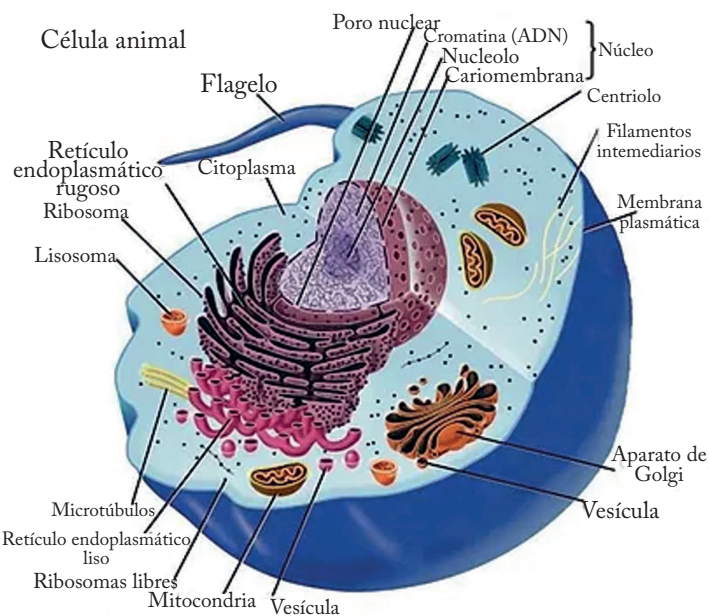
Estructuras y organelos celulares: células eucariotas

¿Sabes qué organismos están formados por células eucariotas? A nivel estructural, ¿conoces las diferencias más importantes entre procariotas y eucariotas?

Las células realizan actividades de diferente índole que les permiten llevar a cabo sus funciones vitales y sobrevivir en un ambiente determinado; por ejemplo, en los organismos pluricelulares pueden fabricar proteínas, que participan en diversos procesos orientados a satisfacer sus necesidades, como la producción de anticuerpos, los cuales actúan frente al ataque de un microorganismo invasor como una bacteria.

Una célula también puede comunicarse con otras mediante mensajeros químicos para elaborar un compuesto necesario en un lugar determinado; por ejemplo, cuando se liberan citocinas como respuesta de nuestro sistema inmunológico a la agresión de un patógeno.

Las células eucariotas tienen estructuras que les permiten realizar actividades especializadas en su interior. Para esto poseen membranas citoplasmáticas que generan pequeñas divisiones, a fin de individualizar y asilar diversos procesos. Estos compartimientos son los organelos membranosos detallados a continuación.



El **núcleo** es un organelo membranoso en cuyo interior se encuentran moléculas de ADN, que poseen las instrucciones para dirigir todos los procesos vitales de la célula. Dentro de él está el nucleolo, sitio de la síntesis de ARN. Los **ribosomas eucariotas** son de mayor tamaño que los procariotas y, como habíamos mencionado, participan en el proceso de síntesis de proteínas. El **retículo endoplasmático rugoso**, que presenta ribosomas adheridos, se ocupa de la síntesis y doblaje de proteínas, mientras que el **retículo endoplasmático liso** sintetiza los lípidos, almacena el calcio y detoxifica de drogas.

Figura 4. Estructura de una célula eucariota animal.
Fuente: <http://www.clker.com/clipart-426603.html>

El **aparato de Golgi** tiene la tarea de la modificación, el tráfico, la distribución y la secreción de proteínas, mientras que los **lisosomas** contienen enzimas hidrolíticas para degradar material ingerido u organelos o proteínas dañadas. Las **mitocondrias** son organelos que poseen una doble membrana, la interna se repliega para formar la cresta y en su interior se localiza la matriz donde se encuentran el ADN mitocondrial y los ribosomas. Las mitocondrias son responsables de la producción de energía biológica o ATP en los eucariotas.

Los **cloroplastos** son organelos bioenergéticos donde ocurre la fotosíntesis; poseen una doble membrana donde se localiza la membrana tilacoidal y la clorofila. Esta última captura la energía solar que es convertida en ATP y otros compuestos de alta energía durante las reacciones de la luz. Posteriormente, estos compuestos son utilizados por los cloroplastos para la fabricación de carbohidratos a partir del CO_2 .

Los **peroxisomas** son organelos membranosos en cuyo interior se albergan enzimas relacionadas con la degradación de los ácidos grasos, mientras que las **vacuolas** son organelos membranosos presentes en plantas, algas y hongos. Su finalidad es almacenar agua, desechos y mantener la presión osmótica de la célula.

En las eucariotas observamos un **citoesqueleto**, formado por diversas estructuras proteicas, que se ocupa de proporcionar soporte estructural, fortaleza, movilidad y división celular, entre otras funciones. Sus principales componentes son los microfilamentos, los filamentos intermedios y los microtúbulos. Los **centriolos**, presentes básicamente en células animales y que participan en la división celular, están estructurados por dos cilindros huecos formados a su vez por nueve triplete de microtúbulos.

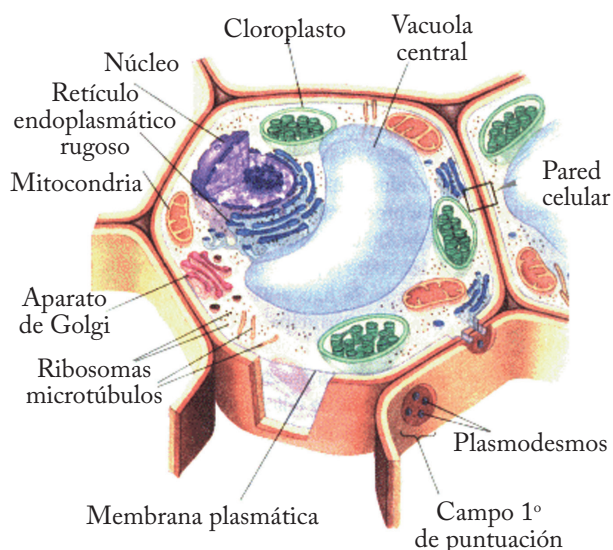


Figura 5. Estructura de una célula eucariota vegetal.

Fuente: <https://www.rowlandhs.org/ourpages/auto/2013/4/26/35789139/Plant%20Evolution%202013.pdf>



- **Elabora** una tabla describiendo cada una de los organelos de la célula eucariota, la función en la célula y representa su estructura mediante un dibujo.



- Aplica de forma adecuada los conceptos de la biología presentes en problemas y fenómenos asociados al medio ambiente.
- Analiza pertinentemente las evidencias que dan respuestas a problemas y fenómenos asociados con la biología, comprendiendo el alcance de los conceptos.

Intercambio de sustancias a través de la membrana celular

¿Sabes cómo las sustancias atraviesan la membrana celular para que la célula pueda nutrirse? ¿Tienes una idea de cómo la célula controla las sustancias que pueden entrar o las moléculas que no deben salir de su interior?

La **membrana celular** es una estructura que rodea y aísla a la célula de su ambiente circundante. Las membranas citoplasmáticas localizadas dentro de las células eucariotas hacen posible la generación de compartimientos con ambientes particulares donde se realizan actividades especializadas. Estas membranas internas cumplen diversas funciones: participar en procesos conversión y transformación de energía y ser soporte para el desarrollo de reacciones metabólicas, entre otros.

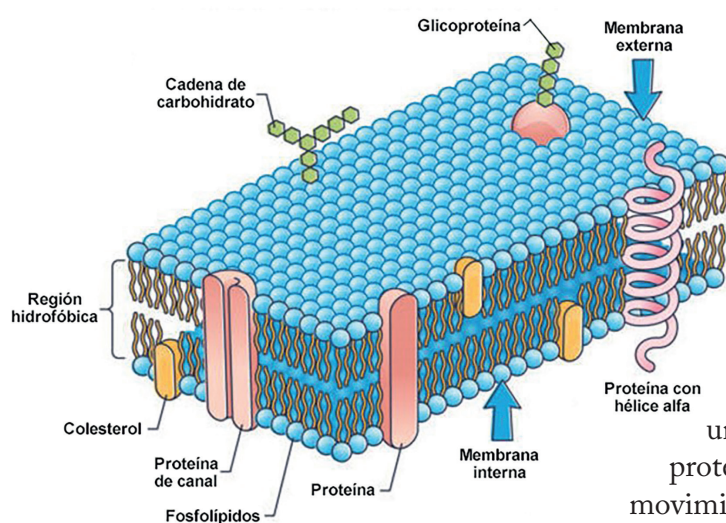


Figura 6. Estructura de la membrana plasmática basada en el modelo de mosaico fluido. Considerando comportamiento de la membrana celular, este es el modelo más aceptado por la comunidad científica con la disposición de proteínas en la membrana. Fuente: Cell Membrane Or Cytoplasmic Membrane Microscopic Structure Outline Diagram Stock Illustration - Download Image Now - iStock (istockphoto.com).

La membrana celular también permite a la célula interactuar con otras células en su entorno, participar en los procesos de recepción y transducción de señales, y en la identificación y señalización celular.

La propuesta de estructura de las membranas biológicas responde al modelo de mosaico fluido (MF) planteado por Singer y Nicholson en 1972; establece que las membranas están formadas por una fluida bicapa lipídica de fosfolípidos y proteínas (integrales y periféricas) en constante movimiento. Estas conclusiones fueron el resultado de los trabajos de diversos investigadores, que iniciaron en 1885 con Overton, quien propuso la naturaleza lipídica de la membrana celular, y concluyeron en 1972 con los aportes de Singer y Nicholson con el MF (figura 6.).

La estructura del MF le confiere a la membrana la propiedad de **permeabilidad selectiva**, la capacidad de permitir el ingreso o salida de sustancias con base en sus requerimientos o necesidades y a las condiciones de su entorno.

Tipos de transporte

Transporte pasivo. En este tipo de transporte la célula no consume energía. Tienen dos modalidades: difusión simple y difusión facilitada.

La **difusión** es un proceso físico basado en el movimiento al azar de los átomos y las moléculas de partículas en forma gaseosa o líquida, los cuales se mueven de manera impredecible y colisionan constantemente. Sin embargo, aun cuando las partículas no están distribuidas uniformemente, podemos identificar dos zonas: una de alta concentración y otra de baja concentración de partículas. Esta diferencia se llama gradiente de concentración, que es una forma de energía potencial. La difusión, pues, es el movimiento de partículas de una zona de alta a una de baja concentración. Durante la **difusión simple** a través de una membrana celular, las moléculas no polares sin carga se mueven con base en el gradiente de concentración, atraviesan la membrana y cruzan a la zona de baja concentración hasta que se alcance un estado de equilibrio en el que el movimiento de partículas de un lado al otro de la columna será igual. El estado de equilibrio no siempre ocurre en los sistemas biológicos debido a que el entorno celular es muy dinámico.

En la **difusión facilitada** las moléculas no polares sin carga se mueven a favor del gradiente de concentración, pero con la ayuda de una proteína de transporte. El **transporte activo** será abordado en el próximo tema.



- **Realiza** un esquema que represente el transporte de una sustancia mediante difusión facilitada. **Indica** el nombre de la sustancia.
- **Dibuja** una ilustración donde se observe el paso de una sustancia a través de una membrana mediante difusión facilitada. **Escribe** el nombre de la sustancia.

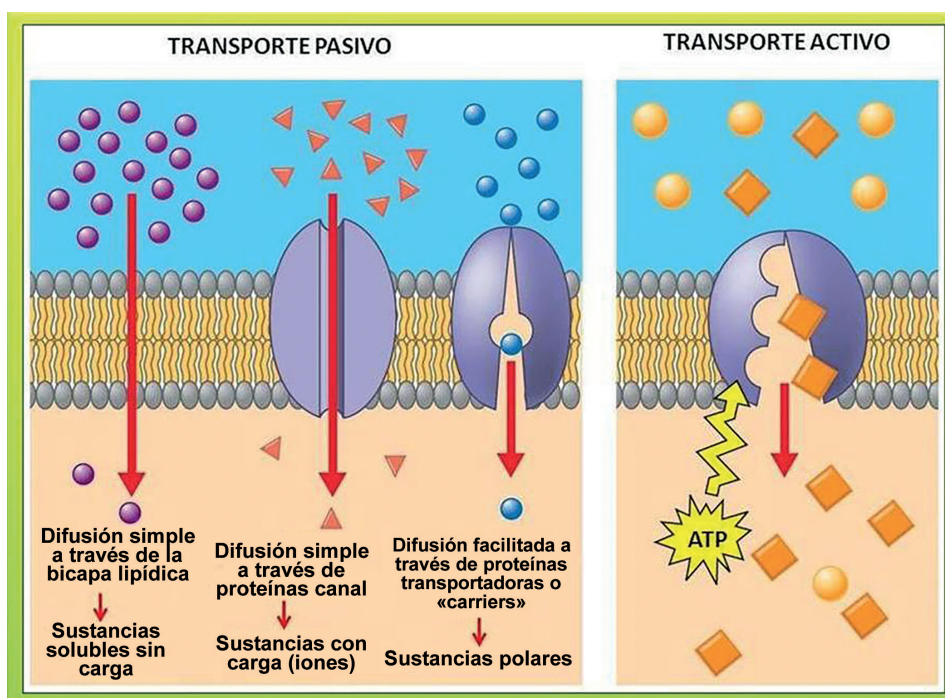


Figura 1.4-2. Tipos de transporte celular.

Fuente: <https://www.biopsicosalud.com.ve/2017/01/transporte-celular.html>



- Analiza y evalúa pertinentemente las evidencias que dan respuestas a problemas y fenómenos asociados con la biología y comprende el alcance de esta ciencia.
- Utiliza y evalúa apropiadamente estructuras proponiendo mecanismos que le permitan dar respuestas a situaciones y problemas vinculados a la biología.

Ósmosis y transporte activo

¿Sabes el significado del termino ósmosis ?
¿Por que es importante este proceso para las células?

La **ósmosis** es un tipo de **difusión simple** en el que el **agua** atraviesa una membrana semipermeable a favor del gradiente de concentración, de una zona de alta concentración de moléculas a una zona de baja concentración. El agua es el solvente más importante en los sistemas biológicos. Las células están rodeadas de un medio acuoso y también poseen agua en su interior.

Cuando la concentración de agua en el interior de la célula y en el medio extracelular es igual, el agua se mueve hacia ambos lados de la membrana celular; el medio es **isotónico**. Sin embargo, cuando la concentración de agua en el medio extracelular es mayor que la del interior de la célula, el medio es **hipotónico**; el agua se moverá desde afuera hacia el interior de la célula causando su hinchazón. Si este proceso ocurre en células animales, por ejemplo, en glóbulos rojos, estos explotarán al cabo de un tiempo; si ocurre en células vegetales, el agua se acumulará en la vacuola y la célula se pondrá turgente, debido a que su pared celular evitará que estalle. Finalmente, cuando la concentración de agua del medio extracelular es menor que la del interior de la célula se dice que el medio es **hipertónico**. En este caso el agua se moverá desde dentro hacia afuera, generando deshidratación. Si esto ocurre por un tiempo prolongado la célula morirá.

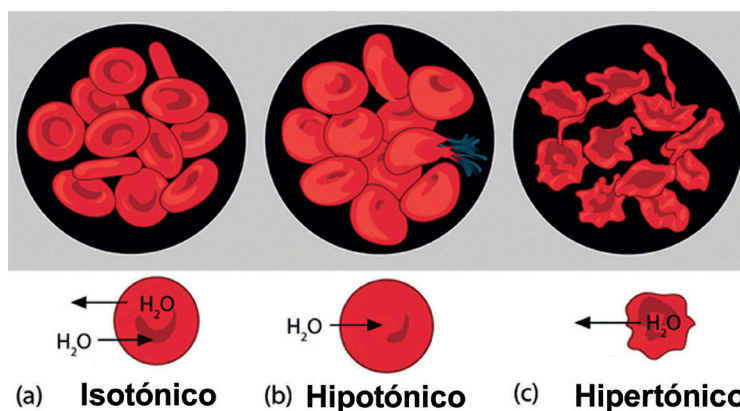
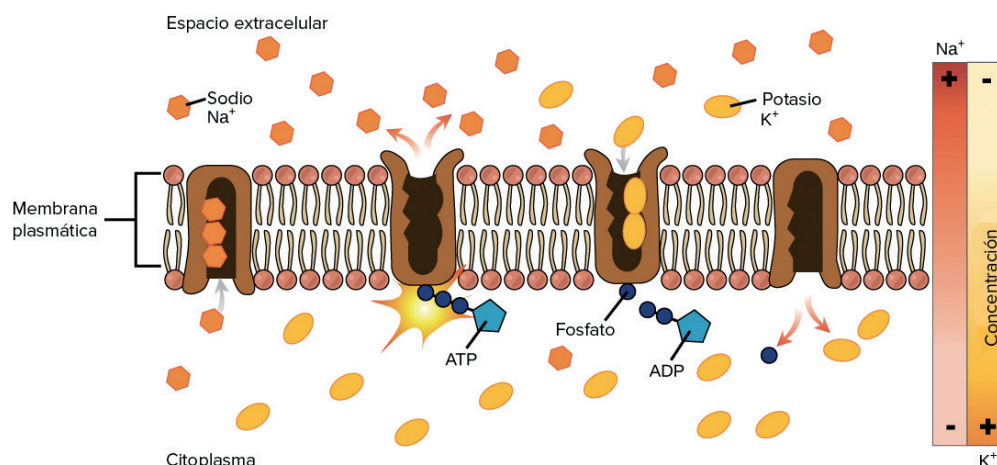


Figura 8. Imagen de glóbulos rojos en los medios isotónico, hipotónico e hipertónico.
Fuente: <https://opentextbc.ca/introductorychemistryclone/chapter/colligative-properties-of-solutions/> Traducido por Shanti Turbi Cornielle.

Transporte activo

El transporte activo es un tipo de transporte que requiere del uso de energía metabólica o ATP para generar, mediante «bombeo», el movimiento de sustancias en contra del gradiente de concentración.



Un ejemplo típico es la bomba de sodio y potasio, un tipo especial de proteína transportadora que bombea tres iones de sodio fuera de la membrana celular y dos iones de potasio hacia el interior de la célula. Como pueden observar, el intercambio de iones de sodio y potasio a través de la membrana no es equitativo, lo que genera un gradiente o potencial electroquímico que polariza la membrana. Aunque ambos iones son de carga positiva, el hecho de que se bombeen más iones de sodio hacia afuera de la célula con respecto a los que entran resulta en una diferencia: el interior está cargado negativamente con respecto al exterior, que posee carga positiva.

Esta diferencia de cargas y de gradientes a lo largo de la membrana genera un potencial electroquímico denominado potencial de membrana. Este gradiente almacena energía que se utiliza para el transporte en diferentes sistemas. Mediante la despolarización de la membrana de los axones de las neuronas se genera un potencial de acción que permite la transmisión de los impulsos nerviosos de una neurona a otra, donde se repite este proceso de despolarización y repolarización.

Figura 9. Bomba de sodio y potasio. Se observa cómo el intercambio de iones a través de una membrana crea una diferencia de carga por lo que hay un movimiento a través de canales particulares.

Fuente: <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/cell-structure-and-function/facilitated-diffusion/a/active-transport>



Desarrolla las siguientes actividades:

- **Identifica** cinco moléculas que atraviesen la membrana plasmática mediante difusión facilitada.
- **Indica** tres tipos celulares donde se realice el transporte activo utilizando «proteínas bomba» (bomba de sodio y potasio) o «bomba de protones».



- Utiliza estrategias efectivas en la búsqueda de evidencias para dar respuesta a problemas o situaciones relacionadas con la biología.
- Análisis apropiado de la representación del desarrollo científico y biotecnológico, y el impacto en nuestra sociedad de la biología y la medicina.

Aa

Bentónicos: de bentos, conjunto de organismos que viven en los fondos acuáticos.

Totipotencial: célula capaz de dar origen a cualquier célula de un individuo.

Organismos unicelulares, multicelulares y especialización celular

¿Qué organismo unicelular consideras que es el más complejo?

Salvo raras excepciones, la mayor parte de los organismos que podemos observar a simple vista en los ecosistemas son multicelulares, es decir formados por unas cuantas o por millones de células. Sin embargo, en el mundo de los microorganismos, que solo pueden ser observados con la ayuda de un microscopio, existe una diversidad de formas de vida impresionante. En realidad, estos organismos constituyen la mayor cantidad de la biomasa presente en nuestro planeta.

Las primeras formas de vida en la Tierra fueron los organismos unicelulares, constituidos por una sola célula, presentes en todos los ambientes de la biósfera (terrestres, acuáticos, marinos o **bentónicos**). Su importancia es fundamental para la sostenibilidad de la vida en la Tierra. Un claro ejemplo es el fitoplancton, a partir del cual se genera alrededor del 80 % del oxígeno que respiramos y que representa la base de la cadena alimenticia en los ambientes marinos. Los organismos que conforman este grupo pertenecen al dominio Eukarya, uno de los tres grandes dominios de la vida, y de manera particular forman parte del reino Protista.

Los protistas son un extenso y variado grupo con formas corporales diversas: organismos unicelulares, donde un individuo puede realizar todas las funciones vitales; colonias, grupos de células con una frágil conexión; formas cenocíticas, masas citoplasmáticas en donde observamos varios núcleos, y organismos multicelulares, cuyas células no conforman tejidos especializados.



El Instituto Nacional de Coordinación de Trasplante de República Dominicana. Órgano de dirección técnica descentralizado del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social que coordina las comisiones técnicas que crea el Consejo Nacional de Trasplante (CNT), así como la red de coordinadores de trasplantes en todo el territorio nacional, y se encargará de la puesta en marcha las políticas diseñadas por el CNT relacionadas con la donación de órganos, tejidos y células para trasplantes. (<https://incortrd.com/>)

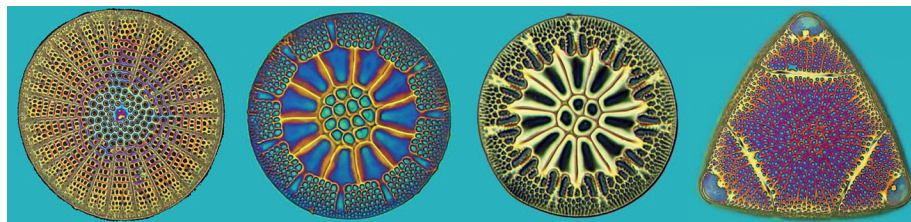


Figura 10. Microscopías de diversos tipos de diatomeas, las cuales forman un recubrimiento de sílice en su pared celular porosa, dándole diferentes patrones y apariencias. Fuente: <https://www.tmg-tuebingen.de/diatomeen-farbenspiel-mit-jamin-lebedeff/> 16 de enero de 2022: Anne Gleich.

Los hábitats de los protistas son básicamente ecosistemas acuáticos. Casi todos son organismos de vida libre; sin embargo, algunos forman asociaciones de tipo mutualista, como comensales o como parásitos.

Organismos multicelulares, especialización celular y formación de tejidos

El próximo paso en la evolución era el «salto» de los «organismos multicelulares que no forman tejido», como es el caso de las algas verdes, a «nuevos» organismos donde la especialización de sus células permitiera realizar diferentes «líneas de trabajo» y cuya asociación pudiera formar tejidos, luego órganos y —posteriormente— sistemas de órganos. Esto culminó con el surgimiento de los complejos organismos multicelulares que habitaron los ecosistemas marinos y terrestres de nuestro planeta hace millones de años, según evidencia el registro fósil. En ese sentido, los estudios taxonómicos modernos señalan a las algas verdes como las precursoras de las actuales plantas terrestres.

La capacidad de realizar trabajo especializado en las células de los organismos multicelulares depende de múltiples factores, entre ellos la **expresión diferencial de genes**, la cual permite que una **célula madre** embrionaria, **totipotencial**, pueda diferenciarse en distintas líneas celulares originando diversos tejidos.

Las células madre, embrionarias o células madre adultas, pueden ser utilizadas para la generación de tejidos y órganos, mediante cultivos de tejidos o de órganos, que a su vez podrían utilizarse para realizar trasplantes a personas en situaciones particulares, como quienes padecen algún tipo de enfermedad degenerativa que podría implicar la pérdida de función de un órgano, reducción de calidad de vida o la muerte.

Existen líneas de investigación de algunas áreas de la biología, como la histología, en las que se trabaja en colaboración con equipos del área de la medicina para desarrollar técnicas en las que se realice la remoción de un órgano deficiente y, posteriormente, se trasplante uno completo, una porción de este o tejidos.

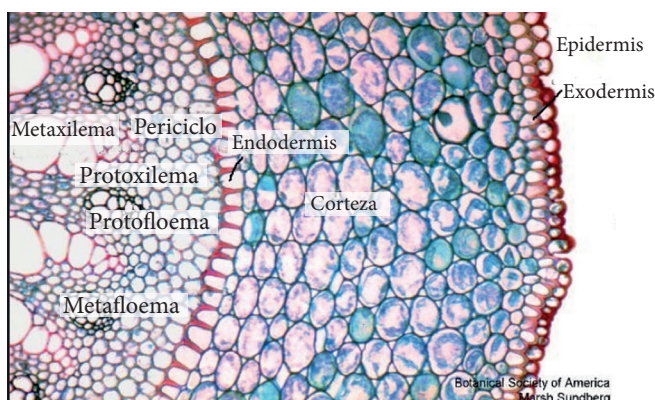


Figura 11. Corte transversal de raíz de monocotiledonea.

Fuente: <https://www.flickr.com/photos/crociogomez/2243561491>



Figura 12. Las esponjas son ejemplos de organismos multicelulares que no forman tejidos, estas componen el grupo de los poríferos, el más primitivo del reino animal y precursor de los animales terrestres.

Fuente: <https://cordis.europa.eu/article/id/430528-trending-science-have-we-found-the-first-sign-of-animal-life-on-earth> © Dennis Sabo, Shutterstock



- **Escribe** en tu cuaderno el nombre de las células madre adultas que dan origen a las células sanguíneas.
- **Elabora** una tabla donde aparezcan los parámetros normales de un hemograma, tanto para hembra como para varón. Cada estudiante debe llevar el reporte de un hemograma a la clase, sin importar la fecha.
- **Investiga** en la web o en otras fuentes confiables sobre terapias medica con células madres. Elabora un informe y expone los resultados en el salón de clases.



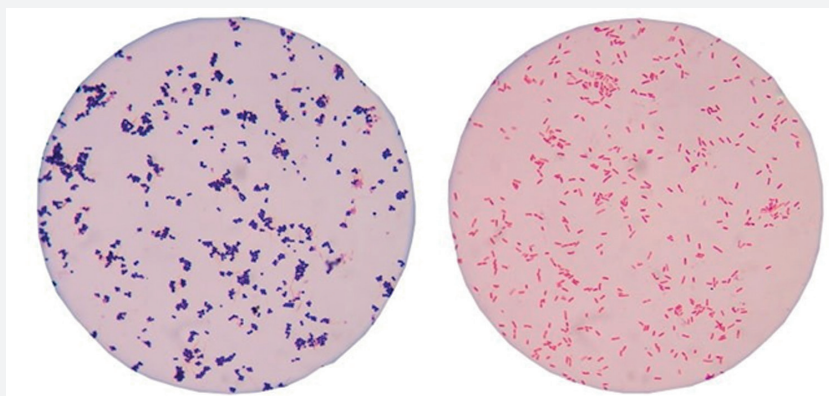
- Realiza un análisis apropiado que represente el desarrollo científico y biotecnológico y el impacto en nuestra sociedad de la biología y la medicina.
- Utiliza apropiadamente los recursos tecnológicos que le permiten organizar la información.

Actividad grupal

El hemograma y el cultivo de bacterias: las células de mi cuerpo hablan sobre mi estado de salud

Con la ayuda del docente, los estudiantes formarán equipos de cuatro miembros. Cada uno representará un papel:

- **El estudiante 1** (el enfermo) buscará información sobre la sintomatología de una persona con fiebre, malestar general y dolor de cabeza.
- **El estudiante 2** (el doctor) realizará el examen físico y hará las preguntas pertinentes al individuo afectado de fiebre y malestar general (estudiante 1) y registrará la información en un formulario diseñado para tales fines.
- **El estudiante 3** (laboratorista) tomará la muestra de sangre de manera simbólica y realizará un hemograma. Para ello deberá conocer la composición de la sangre y cuáles son los parámetros más importantes que se consideran en este tipo de pruebas. (Se sugiere llevar algunos hemogramas, aunque sean viejos, de manera que puedan observar los parámetros).
- **El estudiante 4** (laboratorista) tomará una muestra de la garganta del estudiante enfermo mediante un hisopado (de manera simbólica) y realizará el simulacro de la siembra de la muestra en una placa de Petri desechable con un medio de cultivo, representado por gelatina blanca (medio agar).



Bacterias grampositivas

Bacterias gramnegativas

Figura 13. Bacterias grampositivas y gramnegativas.

Fuente: <https://diferencias.info/diferencia-entre-bacterias-gram-positivas-y-negativas/>

Preparación

- Para verificar las bacterias que crecen al realizar la tinción de Gram se utilizará la gelatina morada líquida para «detectar» la presencia de bacterias grampositivas y gelatina líquida roja para representar las gramnegativas. En cada caso indicará cuáles podrían ser las responsables (tomando como referencia la data clínica) y qué antibióticos podrían atacarlas. Recuerda que habrá dos escenarios: uno en el que la bacteria es gramnegativa y otro en el que es grampositiva.
- ¿Qué valores se alteran en el hemograma cuando hay fiebre? ¿Cuáles células de la sangre aumentan su número?
- ¿Qué indica esto?
- ¿Cómo deciden que antibiótico se le dará al paciente enfermo?
- ¿Qué hacer si en ningún caso la tinción de Gram indica la presencia de bacterias?
- ¿En qué posibilidades pensarías?

Resultados

- **Reporta** los resultados de todas las actividades y las discusiones en grupo en tu cuaderno.
- **Recuerda** anotar en tu cuaderno todas las fuentes de donde obtuviste información, incluyendo entrevistas a profesionales de las ciencias de la salud a los que consultaste o te dieron alguna información durante el desarrollo de tu actividad.

Después de analizar los resultados obtenidos, **elaboren** los reportes y **presenten** su trabajo a la clase.



Coevaluación

- Con la ayuda del docente **organicen** una discusión por equipos y **especulen** qué partes de la célula bacteriana se alteran o inactivan por la acción de los antibióticos. Registren los aportes en el cuaderno.
- Luego, cada grupo debe **investigar, presentar** su propuesta y **explicar** por qué entiende que el antibiótico destruye tal o cual parte de la bacteria.
- Cada equipo evaluará las demás propuestas de los grupos de su clase y emitirá una calificación (A, B o C) tomando en consideración la veracidad.



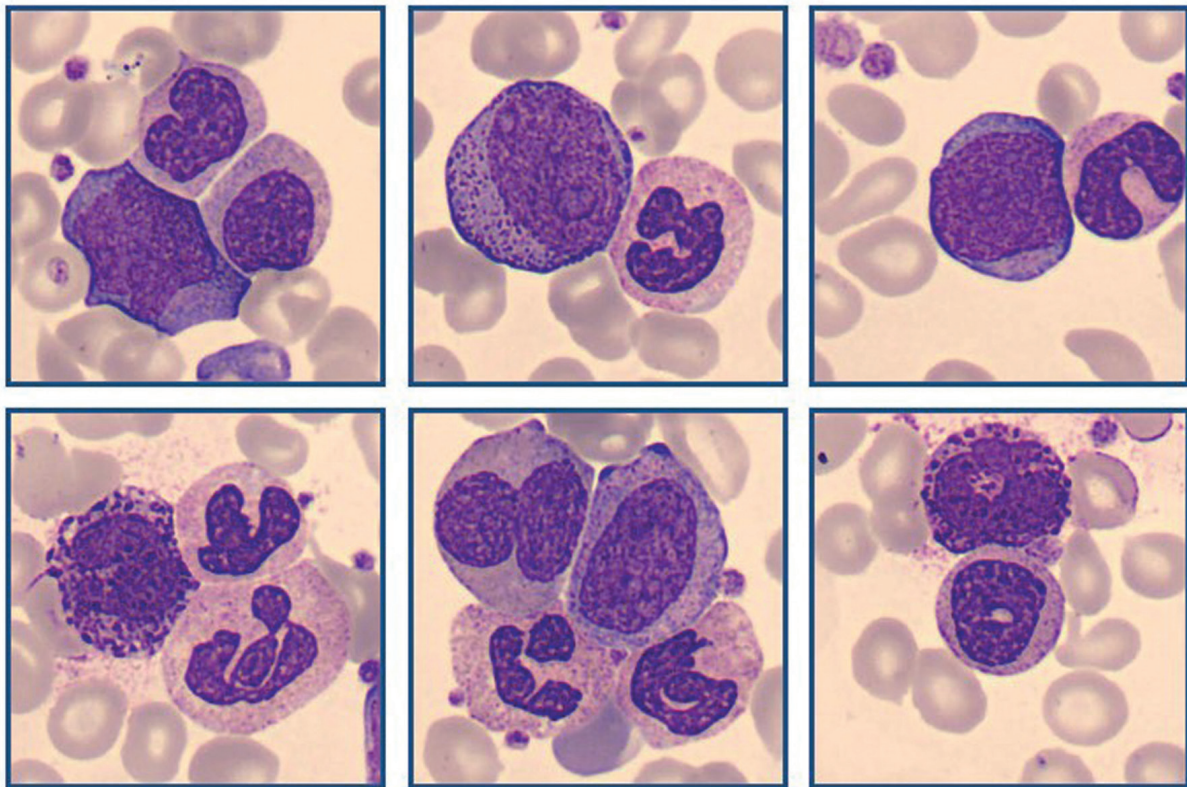
Autoevaluación

- ¿Cómo te sentiste realizando la actividad?
- ¿Sabes distinguir una bacteria gramnegativa de una grampositiva?
- ¿Conoces al menos una enfermedad causada por una bacteria gramnegativa o por una grampositiva?

Evaluación

■ **Desarrolla** en tu cuaderno las siguientes actividades. Puedes utilizar colores y complementar con fotografías e ilustraciones.

- **Dibuja** las células de la serie blanca y las de la serie roja del hemograma.
- **Indica** el nombre científico de tres bacterias grampositivas y cómo afectan a la salud humana o de otros organismos y explica cómo podemos evitar infectarnos con estos tipos de patógenos.
- **Menciona** el nombre científico de cuatro bacterias gramnegativas y cómo afectan a la salud humana o de otros organismos. ¿Cómo se transmite este tipo de patógenos?
- ¿En qué consiste la resistencia antibacteriana? ¿Qué sucedería si ninguno de los antibióticos que te recetó el médico puede destruir las bacterias que ocasionan la enfermedad?



Imágenes de interés de citología sanguínea – Frotis de sangre periférica.
Javier Nieto Moragas. Hospital Universitario Doctor Josep Trueta. Girona.
Fuente: https://www.seqc.es/es/comisiones/comision-de-biologia-hematologica/_id:24/

Coevaluación

■ En grupos de cinco estudiantes, **completen** en su cuaderno la siguiente rúbrica.

Criterios	Nunca	A veces	Regularmente	Siempre
¿Mis compañeros participan activamente durante el desarrollo de las asignaciones?				
¿Mis compañeros entregan a tiempo las asignaciones que hemos acordado de manera interna?				
¿Llegan a tiempo a las reuniones grupales?				
¿Se dirigen a sus otros compañeros de clase respetuosa y amigablemente?				

Autoevaluación

■ **Completa** en tu cuaderno la siguiente autoevaluación:

Criterios	Logrado	Medianamente logrado	En proceso
¿Conozco al menos dos de los postulados de la teoría celular?			
¿Identifico las diferencias entre una célula procariota y una célula eucariota?			
¿Puedo describir las estructuras y organelos celulares de una procariota?			
¿Conozco los tipos de transporte celular?			
¿Aprendí sobre las posibles aplicaciones e importancia del hemograma y del cultivo de bacterias para conocer mi estado de salud durante un proceso febril?			



Competencias Específicas

- Se comunica utilizando el lenguaje científico y tecnológico fundamental de la biología, que implica ideas, leyes, modelos y procesos.
- Asume y actúa con responsabilidad crítica y autónoma a favor del desarrollo sostenible, el cuidado ambiental y su salud, basado en las ideas y teorías de la biología.
- Ofrece explicaciones y estrategias científicas y tecnológicas a problemas y fenómenos naturales relacionados con ideas fundamentales de la biología.
- Analiza críticamente la naturaleza y filosofía de la biología, bioingenierías y bioinformática, sus aportes, alcance del desarrollo tecnológico en nuestra sociedad y la bioética en la investigación.
- Se cuestiona e identifica problemas y situaciones, y construye una explicación utilizando conceptos, modelos, leyes, teorías y procesos fundamentales de la biología y la biotecnología.
- Aplica diversos procedimientos científicos y tecnológicos para solucionar problemas o dar respuestas a fenómenos naturales relacionados con los fundamentos de la Biología.
- Gestiona actitudes intelectuales, emocionales y conductuales proactivas al desarrollo de su proyección personal y profesional desde la biología, biotecnología.



https://www.researchgate.net/figure/Local-symptoms-of-Tomato-mosaic-virus-TMV-and-Tobacco-mosaic-virus-ToMV-in-Nicotiana_fig1_327982291

Unidad 2

Metabolismo y reproducción celular

Situación de aprendizaje

Los estudiantes observaron en la escuela una planta de cereza con sus frutos afectados por manchas y laceraciones. A pesar de que estaban maduras no era posible comerlas, ya que una especie de plaga las dañó. Ante su interés en el tema, se les invita a fotografiar las hojas y las frutas dañadas e investigar en la web. De ese modo se enteran de que la planta estaba infectada por un virus. Los jóvenes tomarán notas de sus hallazgos y elaboran sus propias conclusiones para exponer en plenaria en salón de clases.

Contenido

- Energía y metabolismo celular
- Transformaciones energéticas: respiración celular y fotosíntesis
- Ciclo celular: etapas y regulación
- Mitosis o cariocinesis
- Meiosis
- Gametogénesis y reproducción sexual
- Actividad grupal: El patio de mi escuela es una fuente de información sobre energía
- Evaluación

Autótrofo: organismo que elabora materia orgánica compleja a partir de sustancias inorgánicas. Es denominado productor o productor primario y representa el inicio de la cadena trófica o alimenticia.

Cadena trófica: conjunto de relaciones entre cadenas alimentarias que existe en las especies de una comunidad biológica y que representa el flujo de materia y energía que atraviesa el ecosistema.

Energía y metabolismo celular

¿Conoces cuál es la fuente de energía más importante que sostiene la vida en el planeta Tierra?

Todas las células poseen características comunes, tales como el metabolismo, relativo a las transformaciones químicas que ocurren en su interior; la reproducción, capacidad de generar individuos semejantes; la irritabilidad, o reacción ante los estímulos; el crecimiento, mediante el cual aumentan su número y volumen; la adaptación y la evolución, relativas a los caracteres hereditarios que le permiten a los individuos sobrevivir y reproducirse en un ambiente determinado, así como su capacidad de cambio en el tiempo.

Estas características de los seres vivos, unicelulares o pluricelulares, los distinguen de aquellas entidades no vivas o que se encuentran en el «límite entre lo vivo y lo no vivo», como los virus, que infectan cualquier tipo de célula y utilizan toda la maquinaria celular para realizar sus actividades. Son parásitos intracelulares, incapaces de manifestar las características de los seres vivos.

Uno de los rasgos más sobresalientes de los seres vivos es su capacidad para obtener, transformar, almacenar y utilizar la energía que requieren para desempeñar sus funciones vitales. El conjunto de procesos químicos que acontecen en las células para todo esto se llama **metabolismo**.

La **energía** se define como la capacidad de hacer trabajo, mientras que la **termodinámica** estudia la energía y sus transformaciones en torno al calor y la temperatura. Tiene cuatro leyes: la primera indica que «la energía no se crea, ni se destruye, solo se transforma»; la segunda establece que «cuando una forma de energía se transforma en otra, parte de la energía útil para realizar trabajo se disipa en forma de calor». Según la primera ley, la cantidad de energía presente en el universo siempre es constante, mientras que la segunda refiere que, siendo las células y los seres vivos sistemas abiertos que intercambian energía con el medio circundante, estos utilizan dicha energía para transformarla en otro tipo que les permita realizar trabajo biológico y parte de ella pasa al ambiente en forma de calor.

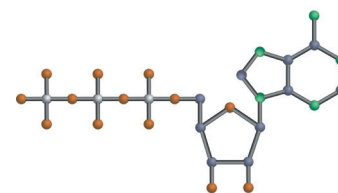
La fuente de energía primaria de nuestro planeta proviene del Sol. Los organismos fotosintéticos o **autótrofos** transforman la energía luminosa en energía química mediante la fotosíntesis. Por esta razón, la **cadena trófica** o cadena alimenticia inicia con los organismos autótrofos o productores, que son la base para la alimentación de los consumidores primarios. Estos, a su vez, son la fuente de alimento de los secundarios y así sucesivamente

hasta llegar a los consumidores terciarios. La cadena trófica finaliza por la acción de los descomponedores, que degradan la materia orgánica y la transforman en sus elementos constitutivos a fin de que estos puedan estar disponibles nuevamente para los productores.

Los compuestos orgánicos elaborados por los autótrofos, como por ejemplo, los carbohidratos que provienen de las plantas de maíz, arroz, trigo, las frutas, etc., contienen energía química en los enlaces que unen las moléculas que los conforman. Posteriormente, mediante la respiración celular, esta energía química es transformada en energía biológica (adenosín trifosfato, ATP) para ser utilizada directamente por las células.

El ATP es una molécula bioenergética que transfiere energía al ceder un grupo fosfato durante el desarrollo de los procesos metabólicos. También es denominado «moneda energética», utilizada por la célula para realizar trabajo biológico; es decir, para llevar a cabo las funciones vitales y relacionarse con su entorno. Todos los procesos metabólicos que ocurren en los seres vivos están aunados al uso o generación de ATP.

En los procesos metabólicos participan múltiples tipos de moléculas, pero requieren de la acción de las enzimas, catalizadores biológicos que aceleran la velocidad de las reacciones químicas.



Molécula de Adenosín Trifosfato (ATP) es un nucleótido fundamental para la obtención de energía celular (molécula energética de la vida). Fuente: Pixabay

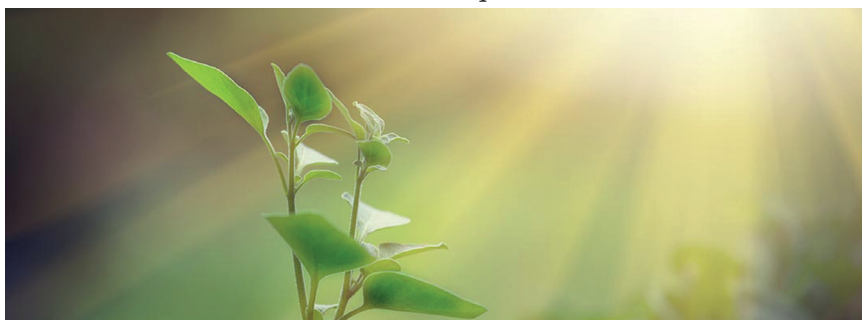


Figura 1. La luz solar es la fuente primaria de energía en nuestro planeta. Los productores o autótrofos utilizan la energía luminosa para sintetizar materia orgánica a partir de CO_2 y agua. Fuente: <https://cordis.europa.eu/article/id/430094-hybrid-photocatalysts-transform-co2-into-environmentally-friendly-solar-fuels>



Realiza las siguientes actividades:

- **Elabora** un esquema o ilustración donde representes el flujo de la energía a través de un ecosistema terrestre. **Rotula** cada componente.
- Basado en la segunda ley de la termodinámica, **investiga** y **anota** en tu cuaderno qué cantidad de energía se dispersa en el ambiente en forma de calor en la medida en que la energía fluye de un nivel a otro.



- Utiliza términos, teorías, leyes y definiciones de la biología de forma adecuada.
- Formula, analiza y evalúa pertinentemente las evidencias que dan respuestas a problemas y fenómenos asociados con la explicación de la biología, comprendiendo el alcance de la biología, los conceptos, modelos, principios, teorías y leyes.

Aa

Invaginación: en biología, formación de una bolsa o pliegue en una membrana, hoja blastodérmica o capa de tejido que se dirige hacia el interior.

Grana: (plural de *granum*). Pila de tilacoides localizados en el interior del cloroplasto. Los tilacoides son las estructuras donde se llevan a cabo las reacciones dependientes de la luz durante el ciclo de Hill.

Transformaciones energéticas: respiración celular y fotosíntesis

¿Sabes cuáles son los mecanismos que poseen las células para obtener o producir energía?

La energía que los seres vivos obtienen de su entorno debe ser transformada en energía biológica capaz de ser utilizada por las células para realizar trabajo. Para estos fines las células poseen organelos especializados en la conversión energética: las **mitocondrias** y los **cloroplastos**.

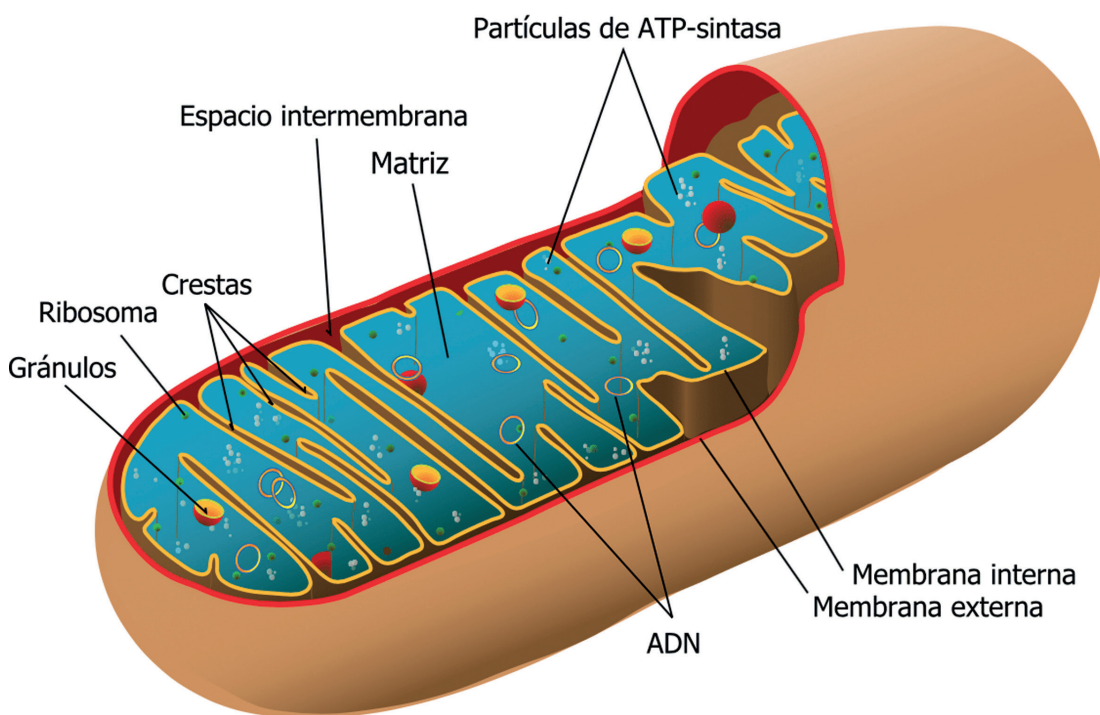


Figura 2.. Estructura de una mitocondria.

Fuente: <https://cienciaybiologia.com/mitocondrias-la-fabrica-energia-la-celula/>

En presencia del **oxígeno** las mitocondrias transforman la energía química contenida en los enlaces de los carbohidratos y lípidos presentes en los alimentos y los convierten en ATP, dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O) mediante el proceso denominado **respiración aeróbica**. Las mitocondrias son organelos formados por dos membranas, una externa y otra interna. La interna presenta **invaginaciones** que forman la cresta mitocondrial y esta encierra la matriz, en donde se localiza el ADN mitocondrial (ADNmt) y pequeños ribosomas. La **respiración**



anaeróbica ocurre en los organismos carentes de mitocondrias. En este caso la glucosa se degrada en ausencia de oxígeno y se produce ATP, alcohol etílico y CO_2 .

Los cloroplastos son también organelos membranosos formados por una doble membrana. La interna, llamada tilacoides, posee una especie de matriz (estroma) donde se localizan el ADN cloroplástico, los ribosomas y los **grana**. Los cloroplastos utilizan el agua, el CO_2 y la luz solar para realizar la síntesis de materia orgánica o fotosíntesis. Este proceso se divide en dos etapas: la primera, las reacciones dependientes de la luz (**ciclo de Hill**); la segunda, las reacciones no dependientes de la luz (o fase oscura), denominado **ciclo de Calvin**.

Las reacciones dependientes de la luz inician en el tilacoide del cloroplasto que tiene alta concentración de clorofila. Esta molécula es responsable no solo del color en las plantas, algas etc., sino que también capta la energía luminosa recibiendo el fotón en una serie de fotosistemas o antenas donde se transfiere la energía a electrones que luego «cargan» como una batería a otra molécula receptora. Esta energía se utiliza para la hidrólisis (ruptura de moléculas de agua), que libera oxígeno a la atmósfera y contribuye a la formación de nicotinamida adenina dinucleótido fosfato (NADPH^+), un tipo de molécula energética utilizado en el ciclo de Calvin.

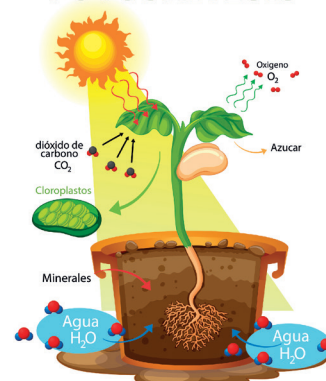
Una vez generado el NADPH^+ y el ATP, la presencia de luz no será necesaria para la siguiente fase de la fotosíntesis: el ciclo de Calvin. Esta etapa se realiza en el estroma del cloroplasto, donde se utiliza el NADPH^+ y el ATP para fijar el carbono proveniente del CO_2 que absorbió la planta y sintetizar materia orgánica: dos moléculas de un carbohidrato llamado fosfogliceraldehído (PGAL), y a partir de este sintetizar una molécula de glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). La glucosa es un carbohidrato fuente de energía química para todos los seres vivos. Esta es la razón por la que la fotosíntesis es la base de la cadena alimenticia y el sustento de los ecosistemas de la Tierra.



Realiza las siguientes actividades:

- **Explica** todo lo que crees que sucedería en la Tierra si esta estuviera bajo los efectos de un eclipse solar durante una semana.
- **Dibuja** un cloroplasto y señala sus partes; **indica** cómo la clorofila capta la energía luminosa y esta rompe la molécula de H_2O mediante la fotólisis. ¿Qué sucede con las moléculas de oxígeno e hidrógeno cuando se rompe la molécula de agua?

FOTOSÍNTESIS



Fotosíntesis. por medio del proceso de fotosíntesis las plantas captan la energía solar para ser convertida en materia orgánica. la ecuación es la siguiente:

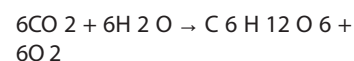
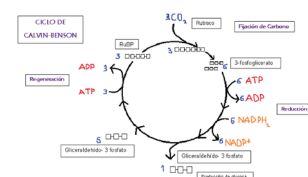


Foto: Freepik.



Ciclo de Calvin. Es un proceso bioquímico que ocurre en los estromas de los cloroplastos de la célula vegetal. Esta fase ocurre independientemente de la luz y su función es la fijación del carbono que proviene del dióxido de carbono (CO_2). Fuente: Wikimedia Commons.



- Produce y comunica efectivamente informes de laboratorio, ensayo, resúmenes, proyectos, resolución de problema, presentación oral, carteles e información científica relacionada con los fundamentos de la biología.

Ciclo celular: proceso mediante el cual las células se duplican y dan lugar a dos nuevas.

Neoplasma: masa anormal de tejido que se forma cuando las células crecen y se dividen más de lo normal o cuando no mueren en el momento en el que deben hacerlo.

Tumoración: aglomeración de células transformadas, con crecimiento y multiplicación anormales. Los tumores pueden ser benignos, si permanecen en el mismo lugar, o malignos si se desplazan a otras partes del organismo.

Ciclo celular: etapas y regulación

Ahora que comprendes cómo las células obtienen y utilizan la energía, vamos a aprender acerca de cómo estas se reproducen y generan otras células semejantes. ¿Te gustaría saber en qué momento una célula da origen a otra?

Las células dan origen a nuevas células mediante el proceso de reproducción celular, fenómeno que hace posible el crecimiento y la reparación y regeneración de tejidos. Cada célula posee en su interior información codificada en la molécula de ADN que le permite dirigir y ejecutar todas sus funciones vitales. Esta valiosa información debe ser replicada y transferida fielmente a las células hijas, de manera que estas también puedan utilizarla.

Como el ADN es una fina macromolécula de extensas proporciones, la célula organiza cuidadosamente el enrollamiento de cada molécula de ADN en estructuras proteicas llamadas histonas, formando la cromatina, para luego conformar los cromosomas. Durante el proceso de división celular (la mitosis), las células preservan la integridad de la información contenida en el ADN, a fin de garantizar que cada célula hija reciba una copia de cada uno de los cromosomas que le corresponden, según el número cromosómico de su especie.

Todas las células viven un período de tiempo definido durante el cual crecen y se dividen; sin embargo, algunas, como los glóbulos rojos y las células del sistema músculo esquelético, dejan de dividirse cuando llegan a la madurez. La división celular se realiza durante el desarrollo del **ciclo celular** (figura 3.), cuya duración depende de la especie en cuestión, aunque generalmente oscila entre 8 y 20 horas.

El ciclo celular se divide en dos etapas: **interfase** y **fase M**. En la interfase la célula no está en división y permanece en ella por más tiempo; crece y sintetiza una serie de moléculas necesarias para su funcionamiento. En el ciclo celular de las eucariotas la interfase se subdivide en tres momentos: G1, S y G2. Veamos las características más relevantes:

G1: Metabolismo activo y en crecimiento, etapa más prolongada de la interfase.

S: Replicación del ADN y producción de histonas para la generación de cromosomas duplicados.

G2: Incremento de la síntesis de proteínas y la célula se prepara para entrar en división.



El Instituto de Oncología Dr. Heriberto Pieter fue fundado en el año 1943. Esta institución se dedica al diagnóstico y al tratamiento de pacientes afectados de cáncer.
<https://iohp.org/>

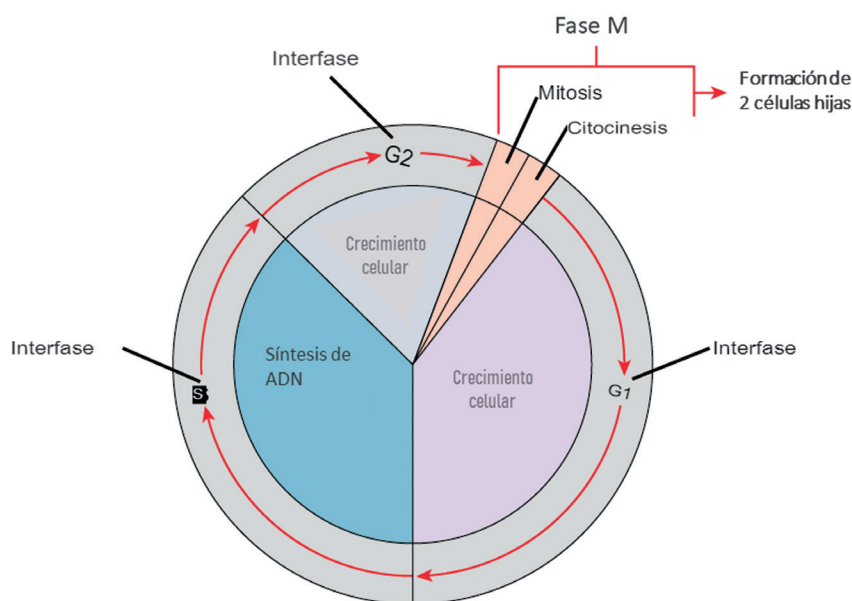


Figura 3. Esquema del ciclo celular.

Fuente: https://assets.openstax.org/oscms-prodcmis/media/documents/Biology2e-WEB_ICOFkGu.pdf?_gl=1*e5jyaq*_ga*NzkzMjU5MzExLjE2ODMzNzc2NDY.*_ga_T746F8B0QC*MTY4MzM4MTcwNy4yLjEuMTY4MzM4MTg4OS4xMy4wLjA. p. 264

Durante la **fase M** se realizan dos procesos: (1) La **mitosis**: división del núcleo en dos, con cromosomas idénticos al de la célula progenitora; (2) la **citocinesis**: división del citoplasma celular para generar dos células hijas. Este proceso inicia antes de que concluya la mitosis.

El ciclo celular está regulado por un grupo de moléculas que conforman un sistema de control, que tiene como finalidad desencadenar una serie de eventos en un orden específico. El programa genético responsable de asegurar este mecanismo de control se denomina «puntos de chequeo del ciclo celular» y su función es garantizar que todos los procesos de una etapa particular del ciclo celular se completen antes de pasar a la siguiente.

Cuando por alguna razón ocurre un descontrol del ciclo celular, se incrementa la producción de células que se acumulan en los tejidos produciendo **neoplasmas** y, posteriormente, **tumores** (figura 4).



Realiza en tu cuaderno estas actividades:

- **Investiga** en la web u otras fuentes confiables sobre el ciclo celular. Haz un dibujo y describe cada una de sus fases. Presenta un informe a tu profesor o profesora.
- **Describe** el nacimiento y crecimiento de una célula de cáncer. ¿Qué relación tienen los términos «neoplasma» y «tumoración» con este proceso?

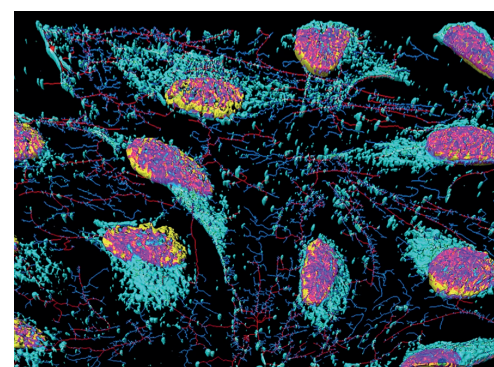


Figura 4. Micrografía de células HeLa. Las células HeLa son líneas celulares utilizadas para estudios en los laboratorios de investigación, debido a que producto de una mutación que genera una alteración en el ciclo celular, se dividen sin control y de forma indefinida en el tiempo.

Fuente: <https://medicoplus.com/ciencia/celulas-hela>



- Aplica de forma adecuada los conceptos de la biología presentes en problemas y fenómenos asociados al medio ambiente.
- Analiza pertinentemente las evidencias que dan respuestas a problemas y fenómenos asociados con la biología, comprendiendo el alcance de los conceptos.

Microtúbulos: componentes del citoesqueleto formado por la proteína tubulina. Participan en múltiples procesos, entre ellos la división celular.

Huso mitótico: estructura que separa los cromosomas duplicados durante la anafase.

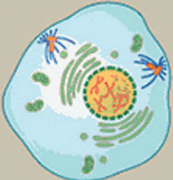
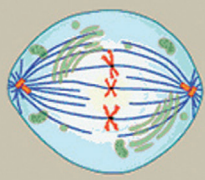
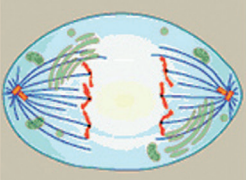
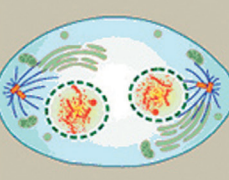
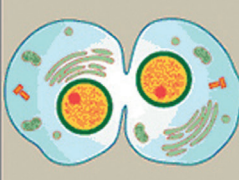
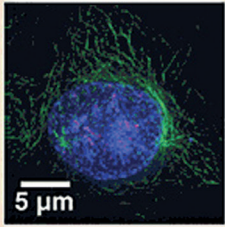
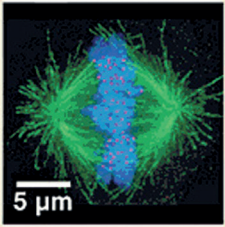
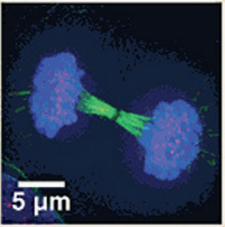
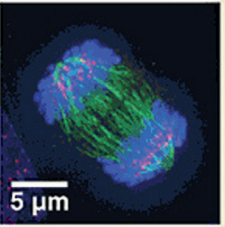
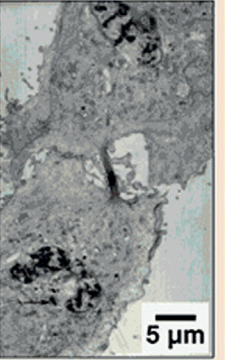
División celular: Mitosis

¿Tienes idea de lo que sucede durante la división celular? Luego de completado este proceso, ¿sabes cuántas células surgen?

Durante la **mitosis** (figura 5), el material genético contenido en el núcleo de la célula eucariota sufre una serie de transformaciones con la finalidad de dividir equitativamente el material genético a las células hijas. Estas transformaciones se agrupan en cuatro etapas:

- **Profase.** Inicia la condensación de la cromatina para reducir la longitud de los cromosomas de manera que sean cortos y gruesos. La compactación permite visibilizar las cromátides hermanas, que son moléculas de ADN duplicado en la fase S. Las **cromátides hermanas** están unidas por el **centrómero** y fusionado a este se encuentra un complejo proteico denominado **cinetocoro**, que permite la adhesión de los microtúbulos. Estos últimos irradian desde los polos a partir del centro organizador de **microtúbulos** para formar el **huso mitótico**. El nucléolo desaparece y al concluir esta etapa se disuelve la membrana nuclear.
- **Metafase.** Todos los cromosomas se alinean en la **placa metafásica** que está localizada en el plano medio de la célula. Cada cromátide hermana está completamente condensada y unida a un microtúbulo mediante el cinetocoro.
- **Anafase:** Inicia con la ruptura del centrómero y la separación de las cromátides hermanas. Luego de esta separación, cada una de las cromátides hermanas recibe el nombre de **cromosoma**. Los nuevos cromosomas migran hacia los polos opuestos a lo largo del huso mitótico. Esta etapa concluye cuando todos los cromosomas llegan a los polos.
- **Telofase:** Una vez los cromosomas arriban a los polos, adquieren una apariencia semejante a la cromatina en la interfase, debido a que se descondensan de forma parcial. Una nueva envoltura nuclear recubre los dos grupos de cromosomas, el huso mitótico desaparece y el nucléolo se restablece.

La citocinesis pone fin a la fase M. La citocinesis, o división del citoplasma, no forma parte de la mitosis; sin embargo, inicia en la etapa final de la mitosis y da origen a dos células hijas genéticamente idénticas a la madre y diploides, es decir, con juegos de dos cromosomas.

Profase	Metafase	Anafase	Telofase	Citocinesis
				
• Los cromosomas se condensan y se hacen visibles • Fibras del huso salen de los centrosomas • La envoltura nuclear se descompone • Los centrosomas se mueven hacia polos opuestos	• Los cromosomas se alinean en la placa de la metafase • Cada hermana cromátida se une a una fibra del huso procedentes de polos opuestos	• Los centrómeros se dividen en dos • Cromátides hermanas (ahora llamados cromosomas), se tiran hacia polos opuestos • Ciertas fibras del huso comienzan a alargar la célula	• Los cromosomas llegan a polos opuestos y empiezan a decondensar • Material de envoltura nuclear rodea cada juego de cromosomas • El huso mitótico se rompe • Fibras del huso continúan empujando y separando los polos	• Las células animales: un surco escote separa las células hijas • Las células vegetales: un plato de la célula, el precursor de una nueva pared celular, se separa las células hijas
				

MITOSIS

Figura 5. Etapas de la división celular por mitosis.

Fuente: Imagen de OpenStax College con modificaciones por Mariana Ruiz Villareal, Roy van Heesbeen y The Wadsworth Center. <https://askabiologist.asu.edu/explore/division-celular>



Desarrolla en tu cuaderno estas actividades:

- **Explica** por qué crees que ocurre la mitosis. Luego reflexiona y escribe qué crees que sucedería en nuestro planeta si este proceso no se llevara a cabo en los seres vivos.
- **Escribe** cuáles crees que serían las consecuencias de un proceso de división celular sin control, es decir, aquel en el que las células se dividan de manera anormal.



- Desarrolla un análisis apropiado de la representación del desarrollo científico y biotecnológico y el impacto en nuestra sociedad de la biología y la medicina.
- Planifica y realiza investigación escolar o prácticas experimentales y simulaciones efectivas.

Cromosomas homólogos: par de cromosomas que poseen el mismo tamaño, forma y tipos de genes.

Diploide: núcleo celular con dos juegos de cromosomas.

Haploide: núcleo celular con un solo juego de cromosomas.

División celular: Meiosis

¿Por qué los organismos utilizan diferentes formas de reproducción? ¿Cuál es la diferencia más importante entre la reproducción sexual y asexual?

La reproducción es la característica de los seres vivos que asegura la perpetuidad de todos los organismos. En la naturaleza observamos dos modalidades: una es la **asexual**, en la que un progenitor se divide, se fragmenta, produce yemas o esporas para dar origen a varios individuos. Aquí solo participa un progenitor, así que la reproducción ocurre de forma rápida y sencilla.

La reproducción **sexual** involucra la fusión de gametos haploides procedentes de padres diferentes y la generación de una célula diploide llamada cigoto. Por eso, este tipo de reproducción genera variabilidad genética en la descendencia. Sin embargo, las células precursoras de los gametos son diploides, por lo que es necesario que ocurra una reducción a la mitad del número cromosómico de estas células, lo que ocurre gracias a la meiosis, que es un tipo de división celular en la que el número de cromosomas de una célula diploide se reduce a la mitad generando cuatro células haploides, cada una con un cromosoma del par de homólogos y una combinación genética única. Este proceso consta de dos partes: meiosis I y meiosis II.

Meiosis I

- **Profase I.** Los **cromosomas homólogos**, uno de cada progenitor, se colocan uno al lado del otro; esto se denomina **sinapsis**. Debido a la duplicación de los cromosomas, las cromátides hermanas de cada par de homólogos están muy cerca unas de otras y forman una **tétrada**. En esta etapa podemos observar 23 de ellas. A lo largo de las tétradas se encuentra el **complejo sinaptonémico**, que mantiene los cromosomas sinápticos unidos para garantizar que estos puedan realizar el entrecruzamiento, proceso en el cual varias enzimas cortan e intercambian moléculas de ADN permitiendo que los cromosomas homólogos puedan intercambiar material genético. Este entrecruzamiento produce una recombinación genética que se traduce en variabilidad genética en la descendencia. Al final de la profase I los cromosomas homólogos solo se mantienen unidos en las zonas donde ocurrió el entrecruzamiento, punto denominado **quiasma**.

- **Metafase I.** Las tétradas se alinean en el plano ecuatorial de la célula.
- **Anafase I.** Los cromosomas homólogos que formaban parte de la tétrada se separan y cada miembro del par de homólogos se dirige a polos opuestos de la célula. En cada polo se genera una combinación al azar de cromosomas maternos y paternos. En este momento la célula **deja de ser diploide** y se **convierte en haploide**.
- **Telofase I.** Las cromátidas se desenvuelven ligeramente, la envoltura nuclear se rehace y se produce la citocinesis con dos células haploides que presentan un par de cromátides hermanas.

Meiosis II

- **Profase II.** Es similar a la profase de la mitosis; no hay apareamiento y no se producen entrecruzamientos.
- **Metafase II.** Los cromosomas se alinean en el plano ecuatorial de la célula. Se puede diferenciar de la metafase I, pues solo presenta cromosomas duplicados.
- **Anafase II.** Las cromátidas hermanas que se mantenían unidas por el centrómero, y a su vez al huso mitótico mediante los cinetocoros, se separan y van hacia los extremos de la célula, al igual que en la mitosis.
- **Telofase II.** En cada polo encontramos un cromosoma (no duplicado), del par de homólogos. La envoltura nuclear se reforma alrededor de los grupos de nuevos cromosomas, la cromatina comienza a relajarse e inicia la citocinesis.

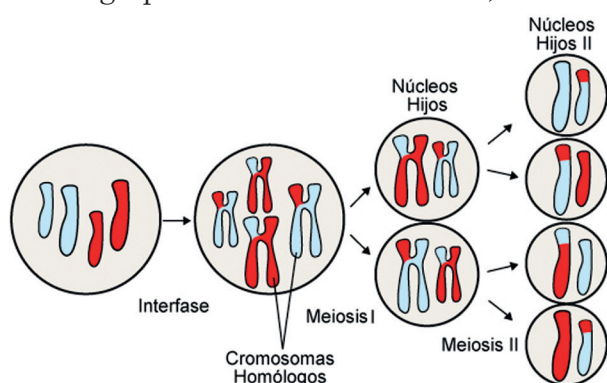


Figura 6. Esquema de la división celular por meiosis. Imagen por Mysid de Science Primer y National Center for Biotechnology Information <https://askabiologist.asu.edu/explore/division-celular>



- **Replica** el esquema con las etapas de la meiosis que aparecen en la figura 6 y establece las diferencias entre meiosis I y meiosis II.
- **Responde:** ¿Cuántas tétradas podemos observar en la etapa de metafase I de un organismo cuyo número cromosómico es 48?



- Formula, ejecuta y evalúa efectivamente experimentos, estructuras, herramientas, sistemas y mecanismos para dar respuesta al problema o fenómeno biológico.
- Utiliza símbolos, términos, modelos, gráficas, teorías, leyes y definiciones de la biología de forma adecuada.

Gametogénesis y reproducción sexual

¿Sabes qué similitud existe entre el óvulo de una flor y el de una hembra o entre un grano de polen y un espermatozoide?

La **gametogénesis** es el proceso de generación de gametos que se forman cuando las células de la línea germinal inician el proceso de meiosis. Aunque hay un plan general en la gametogénesis de las eucariotas, podemos encontrar variaciones entre grupos taxonómicos, como plantas, hongos y otros organismos, los cuales generan esporofitos y gametofitos.

A la formación de óvulos o gametos femeninos se le denomina **ovogénesis**. Este proceso inicia a partir de una célula indiferenciada llamada **ovogonia**, que se localiza en los ovarios de la hembra durante su desarrollo embrionario. Allí las ovogonias aumentan de tamaño y se convierten en **ovocitos primarios**. Al momento del nacimiento los ovocitos primarios se encuentran en la profase I y permanecen en este estadio a lo largo de la niñez. Con el inicio de la pubertad estos completan su primera división meiótica y se generan dos células haploides de tamaño diferente: un cuerpo polar (pequeño) y un ovocito secundario de mayor tamaño.

El ovocito secundario entra en la segunda división meiótica y permanece en metafase II hasta su fertilización. Si ocurre la **fecundación**, entonces la segunda división meiótica finalizará, dando como resultado un óvulo y un segundo cuerpo polar que degenerará al igual que el primero.

La generación de gametos masculinos se denomina **espermatogénesis**, que resulta en la formación de cuatro células haploides. En los humanos este proceso inicia a partir de células diploides no diferenciadas denominadas **espermátogonias**, las cuales se dividen por mitosis y crecen hasta convertirse en espermátocitos primarios. Estos últimos entran en la primera división meiótica, que produce dos espermátocitos secundarios haploides. Luego de la segunda división meiótica los espermátocitos secundarios generan cuatro espermátidas, todas haploides y con carga genética variable. Las cuatro **espermátidas** se diferenciarán en espermatozoides mediante el proceso de espermiogénesis.

Proceso de gametogénesis masculina y femenina

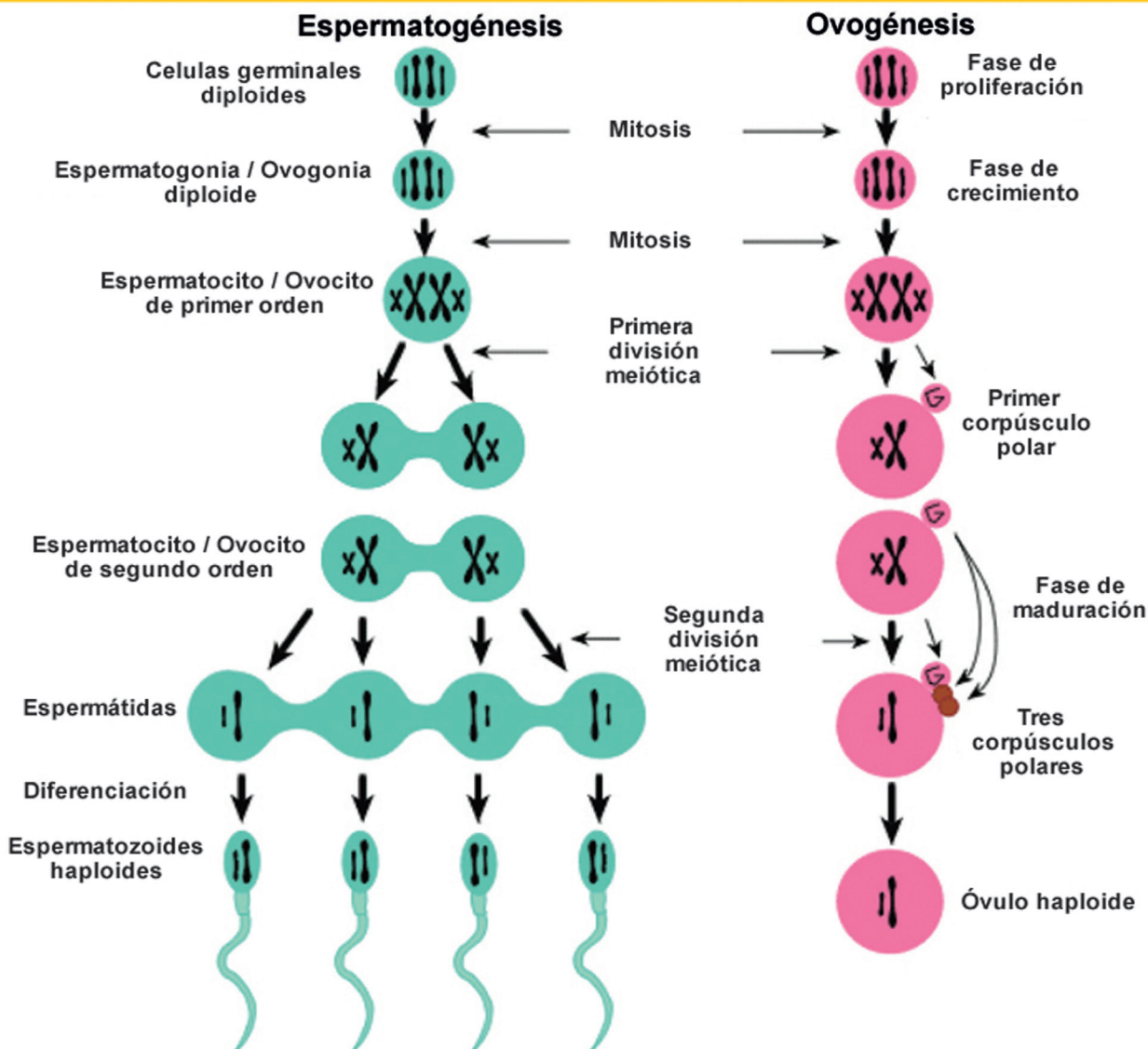


Figura 7. Ilustración de la gametogénesis femenina y masculina.
Fuente: <https://centroderecursos.educarchile.cl/handle/20.500.12246/37652>



- **Discute** con dos compañeros de clase y escribe en tu cuaderno qué crees que sucedería si el ovocito secundario permaneciera muchos años en metafase II. **Indica** qué tipo de problemas podría ocasionarle esto a la salud del futuro bebé.
- **Investiga** y **anota** en tu cuaderno, ¿qué enfermedades cromosómicas están asociadas a embarazos en mujeres de edad materna avanzada? ¿Cuál es la edad más apropiada para embarazarse? ¿Por qué?



- Aplica apropiadamente la investigación en biología, identificando resultados, discusión y análisis de datos e información de forma apropiada.
- Formula de manera efectiva y sistemática argumentos basados en evidencias biológicas.

Actividad grupal

Aa

Heterótrofo: dicho de un organismo Incapaz de elaborar su propia materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas, por lo que debe nutrirse de otros seres vivos; por ejemplo, los animales y los hongos.

El patio de mi escuela es una fuente de información sobre energía

■ **Dividamos** nuestra clase en grupos de tres y vamos, con la ayuda de nuestro docente, a:

- **Observar** los organismos que podamos localizar en el patio de la escuela, en el patio o jardín de nuestra casa, en fin...
- **Fotografiar** los organismos.
- **Identificar** a qué reino pertenecen. Solo trabajaremos con organismos eucariotas debido a las limitaciones que presentan los procariotas por su diminuto tamaño.
- **Clasificar** los organismos dependiendo de cómo estos obtienen su energía:
 - Autótrofos
 - **Heterótrofos**
 - Saprotróficos
 - Parasíticos
 - Holozoicos
 - Descomponedores
- **Clasificar** nuevamente estos organismos, ahora tomando en consideración cómo se reproducen, es decir, si su reproducción es sexual o asexual.
- **Organizar** la información mediante tablas y luego analizarla.
- **Presentar** los resultados a la clase.



Coevaluación

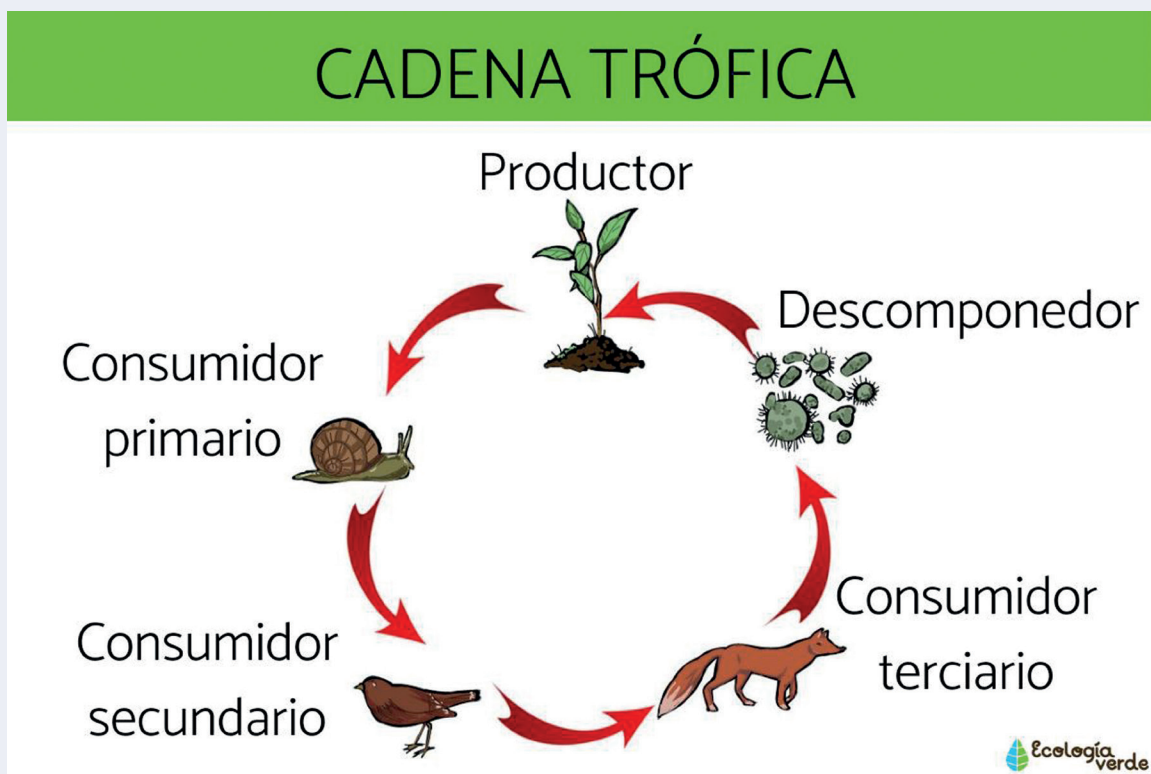
- Antes de realizar en el aula las presentaciones sobre la actividad desarrollada en el patio, los equipos van a conocer un poco más el trabajo de sus compañeros mediante la elaboración de una hoja de evaluación en la que considerarán los siguientes puntos:
 - ¿La identificación de los reinos a los que pertenecen los organismos fue correcta?
 - ¿La clasificación de los organismos en base a la forma de cómo estos se nutren fue acertada?
 - ¿La elección del tipo de reproducción de los organismos fue válida?

Autoevaluación

- **Escribe** en tu cuaderno cómo te sientes luego de la experiencia en el patio identificando, fotografiando y clasificando organismos.
- **Selecciona** con cuál de las siguientes expresiones te sientes más identificado:
 - Me siento feliz y más conectado con la naturaleza.
 - Me siento un poco abrumado con tanta información, pero a la vez satisfecho por los aprendizajes.
 - La verdad mi experiencia no fue positiva.

■ **Realiza** estas actividades con la ayuda de tu docente:

- **Elabora** un mapa conceptual sobre el flujo de la energía en los seres vivos. Inicia con la fotosíntesis y continúa con los demás componentes de la cadena trófica. Para realizar este ejercicio debes escoger un ecosistema de la República Dominicana, investigar sus características, sus organismos representativos y de qué se alimentan.
- **Dibuja** un esquema del ciclo celular, rotula cada una de sus etapas y **describe** brevemente en qué consisten.
- **Recorta y pega** imágenes de los gametos humanos femenino y masculino, describe cuáles son las diferencias más importantes. ¿Por qué cada uno de ellos solo tiene la mitad del número de cromosomas de su especie?



Fuente: <https://www.ecologiaverde.com/que-es-una-cadena-trofica-y-ejemplos-3170.html>

Coevaluación

- **Replica** esta rúbrica en tu cuaderno y **evalúa** a tus compañeros en los criterios establecidos a continuación.

Criterios	Nunca	A veces	Regularmente	Siempre
Mis compañeros de clase prestan atención durante el desarrollo de las lecciones.				
Muestran respeto hacia los docentes y hacia sus otros compañeros.				
Colaboran de manera equitativa en todas las actividades.				
Prefieren participar solo en algunas actividades.				
Son organizados, toman notas y llevan registro de las observaciones realizadas.				

Autoevaluación

- **Contesta** las siguientes preguntas en tu cuaderno:
- ¿Conozco la definición del concepto energía?
 - ¿Identifico la diferencia entre energía luminosa, energía química y energía biológica?
 - ¿Puedo describir los organelos bioenergéticos y su función?
 - ¿Conozco las etapas del ciclo celular?
 - ¿Entiendo la importancia de la gametogénesis?



Competencias Específicas

- Se comunica utilizando el lenguaje científico y tecnológico fundamental de la biología que implica ideas, leyes, modelos y procesos.
- Ofrece explicaciones y estrategias científicas y tecnológicas a problemas y fenómenos naturales relacionados con ideas fundamentales de la biología.
- Analiza críticamente la naturaleza y filosofía de la biología, sus aportes, alcance del desarrollo tecnológico en nuestra sociedad y la bioética en la investigación.



Unidad 3

Genética: el estudio de la herencia biológica

Situación de aprendizaje

Los estudiantes conversan sobre las carreras que les gustaría estudiar y se preguntan si sus preferencias tendrán que ver con lo que han hecho sus padres, tíos, abuelos y demás familiares. Aprovechando esta conversación, el profesor propone una investigación que llevará a los alumnos a identificar los tipos de información que una célula transfiere de una generación a otra y luego presentarán sus hallazgos en una infografía.

Contenido

- Genética: la ciencia de la herencia biológica
- Mendel y el descubrimiento de los principios básicos de la herencia
- Los cromosomas: hogar de las unidades hereditarias
- Estructura, función y replicación del ADN
- Estructura y síntesis de ARN
- Código genético y traducción
- Actividad grupal: Impacto de la genética en el desarrollo de la sociedad humana
- Evaluación

Fuente: Freepik

Falcemia: anemia hereditaria caracterizada por la destrucción temprana de los glóbulos rojos que se deforman al liberar el oxígeno en las células y toman la forma de hoz o de medialuna. La enfermedad es causada por una mutación en el gen de la beta globina, lo que genera una alteración en la hemoglobina presente en los glóbulos rojos.

Talasemia: anemia hemolítica hereditaria ocasionada por un déficit en la síntesis de una de las cadenas que conforman la hemoglobina, proteína responsable del transporte del oxígeno.



Figura 1. El monumento al ratón de laboratorio es una escultura en homenaje a los ratones que han participado en la investigación científica. Se encuentra en Siberia, en el parque del Instituto de Citología y Genética de la Academia Rusa de las Ciencias. Foto por Anna Gorbunova. (Western Washington University).

Fuente: <https://www.sparkscien-cenow.com/2018/04/11/an-ode-to-a-lab-rat/>

La ciencia de la herencia biológica

¿Cuáles consideras que han sido los aportes más importantes que la genética ha realizado a la humanidad? ¿Te sientes familiarizado con alguno de ellos? ¿Crees que todos los avances tecnológicos basados en el conocimiento científico se han utilizado siempre de forma apropiada?

Todos los seres vivos que conforman la inmensa biodiversidad de la Tierra poseen en sus células instrucciones vitales que han sido transferidas ininterrumpidamente, desde los albores de la vida en el planeta, de una célula a otra utilizando el ADN como molécula portadora de la información hereditaria.

Gregorio Mendel (austriaco), fue el primero en estudiar sistemáticamente los mecanismos de la herencia biológica. Sus experimentos, publicados en la revista *Sociedad para el Estudio de las Ciencias Naturales* (1866), sentaron las bases para el surgimiento de la genética como ciencia. Este órgano recibió un pobre reconocimiento por parte de los científicos de su época, ya que para entonces la biología era una ciencia básicamente descriptiva, y los estudios experimentales como los de Mendel generaban poco interés. Otros investigadores, como Charles Darwin y Francis Galton (británicos), quienes realizaban estudios sobre evolución y herencia respectivamente, no lo conocieron. Sin embargo, en 1900 el trabajo de Mendel fue redescubierto de forma independiente por Hugo de Vries (neerlandés), Carl Correns (alemán), Erich von Tschermak (austriaco) y William Bateson (británico), quienes también estudiaban la herencia.

Durante el siglo XX la genética se desarrolló significativamente gracias a las investigaciones de múltiples científicos. Los biólogos Walter Sutton (estadounidense) y Theodore Boveri (alemán) descubrieron en 1902, de forma independiente, que los genes estaban localizados y organizados de forma lineal en los cromosomas, estableciendo las bases de la **teoría cromosómica de la herencia**.

En 1910, dicha teoría fue verificada experimentalmente por el genetista estadounidense Thomas Hunt Morgan, quien realizó estudios con la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*) y descubrió la presencia del gen correspondiente al color de ojos en el cromosoma X, lo que permitió, además, descubrir los rasgos ligados a cromosomas sexuales.

En 1944 Oswald Avery (canadiense) demostró que los factores hereditarios de Mendel, llamados genes por Johansen (alemán) en 1909, estaban conformados por ADN. En 1953 los biólogos moleculares James Watson (estadounidense) y Francis Crick (británico) identificaron y describieron la estructura física del ADN, estableciendo las bases de la genética molecular, un logro que fue posible gracias a la significativa contribución de Rosalind Franklin, química británica y cristalógrafa de rayos X, y al apoyo de Maurice Wilkins (neozelandés).

En 1989 inició el Proyecto HUGO (siglas en inglés de «Human Genome Organization»), cuyo objetivo fundamental fue secuenciar el genoma humano. En 2001, gracias a los esfuerzos de cientos de científicos de diversas naciones y a la inversión de cientos de millones de dólares, se concluyó el primer borrador del genoma humano (92 %). Veintiún años más tarde (2022) se publicó su secuencia completa (99 %).

A mediados de los años 1970 surgió la tecnología del ADN recombinante y comenzaron los primeros experimentos sobre organismos genéticamente modificados y la terapia génica. Siguiendo esta línea de investigación, en 2005, Francisco Mojica (español), descubrió la secuencia CRISPR (en español, repeticiones palindrómicas cortas agrupadas y regularmente interespaciadas).

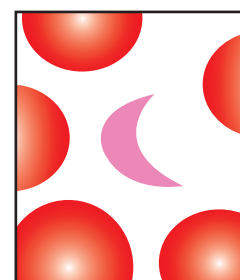
Jennifer Doudna (francesa), y Emmanuelle Charpenter (estadounidense) obtuvieron el premio Nobel 2020 por su trabajo en el desarrollo de la técnica revolucionaria de CRISPR, que permite la edición de genes mediante la programación de secuencias de ARN guía para dirigir la enzima CAS9, una «tijera molecular». CRISPR Cas9 tiene múltiples aplicaciones en áreas como agronomía, farmacéutica, etc. Actualmente existen varios estudios en diversas fases de prueba, algunos esperando aprobación para el tratamiento de enfermedades hereditarias como la **falcemia** y la **talasemia**.



- **Escoge** un investigador de los que hemos mencionado y describe en tu cuaderno la realidad y el desarrollo tecnológico de su época.
- **Explica** en tu cuaderno cómo el aporte del científico escogido en la actividad anterior ha impactado la sociedad moderna.



El Programa Nacional de Detección, Educación y Prevención de la Falcemia (Pronadepfa), fue pionero en la detección neonatal de Falcemia en la República Dominicana. Es líder en programas comunitarios para la detección, educación y prevención de esta enfermedad. El PRONADEPFA pertenece a la Unidad de Genética Médica del Hospital Pediátrico Dr. Robert Reid Cabral, Santo Domingo, D.N. y es auspiciado por el Patronato de las Enfermedades Congénitas y Hereditarias, Inc. (PECYH). Tel. (809) 533-9876.



PRONADEPFA
Programa Nacional de Detección,
Educación y Prevención de la Falcemia



- Formula efectiva y sistemáticamente sus argumentos basados en evidencias biológicas.
- Analiza de forma apropiada las representaciones del desarrollo científico y biotecnológico, y el impacto en nuestra sociedad de la biología y la medicina.

Mendel y el descubrimiento de los principios de la herencia biológica

¿Qué estructura de los organismos permite que algunos de los rasgos de los padres sean iguales en su descendencia? ¿De qué forma mis ancestros me heredaron rasgos que me hacen tan parecido a ellos?

La genética es la ciencia que estudia la transmisión de la herencia biológica y la variación de los individuos en una población; también la estructura, función y productos de los genes o unidades de la herencia. Su estudio inició en 1856 con los trabajos de Gregorio Mendel.

Mendel usó la planta de guisante (*Pisum sativum*) como organismo modelo para realizar sus ensayos. Su hipótesis radicaba en que la **herencia** biológica era controlada por «factores», hoy denominados genes. Sus estudios le permitieron arribar a conclusiones que revelaron los mecanismos básicos de la herencia biológica, siendo su contribución más significativa observar e identificar los patrones en la transmisión de los caracteres de padres a hijos.

Para su experimentación Mendel escogió siete características, cada una con dos variantes fenotípicas. El **fenotipo** es la apariencia física producto de la expresión del **genotipo**, que está conformado por la combinación de **alelos**, variantes o formas alternas de un gen que se localizan en espacios en los cromosomas denominados «locus». Antes de iniciar sus ensayos Mendel se aseguró de obtener líneas puras para cada rasgo estudiado. Posteriormente, cruzó individuos puros (**genotipo homocigótico**) para cada una de las variantes de cada rasgo, luego realizó el entrecruzamiento de dos líneas puras de **generación parental (GP)**, tomando el polen de una flor y colocándolo en los estigmas de la flor de la planta femenina. El producto de este entrecruzamiento fueron semillas híbridas (genotipo heterocigótico) que cultivó para observar las características de la descendencia.

Al estudiar la descendencia o primera generación filial (**F1**) Mendel se percató de que todos los descendientes eran idénticos entre sí e iguales a uno de sus progenitores (**principio de la uniformidad**). Determinó que el factor que se expresaba en la F1 era **dominante** y el que no se expresaba era **recesivo**. Al cruzar la descendencia híbrida F1, obtuvo la segunda generación filial (**F2**), cuyos descendientes exhibían el fenotipo dominante en una proporción 3:1 con respecto al fenotipo recesivo (figura 2).

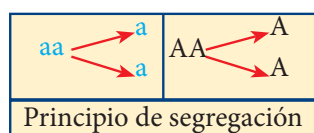
Mendel estableció el **principio de segregación** al indicar que «cada individuo posee dos factores hereditarios, uno procedente del padre y el otro de la madre; cada miembro del par de factores se separa antes de la fecundación», afirmación que se corrobora con la formación de gametos haploides mediante la segregación en la anafase I (meiosis I).

Principio de la transmisión independiente

En este principio Mendel señala que «cada par de factores se segrega independientemente de los miembros de otro par de factores», es decir que los rasgos se heredan separadamente. Hoy sabemos que esto no siempre aplica a todas las características.

1. Característica Color de la flor
2. Alelos A = Púrpura
a = Blanco

3. Genotipo de los progenitores
AA X aa
Generación parental



4. Cuadro de Punnett

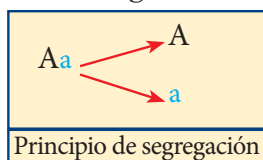
	a	a
A	Aa	Aa
A	Aa	Aa

5. 1.ª generación filial (F1)

Proporción genotípica	Proporción fenotípica
$\frac{4}{4}$ Aa	$\frac{4}{4}$ Flores púrpuras

1. Característica Color de la flor
2. Alelos A = Púrpura
a = Blanco

3. Genotipo de los progenitores
Aa X Aa
Primera generación filial



4. Cuadro de Punnett

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

5. 2.ª generación filial

Proporción genotípica	Proporción fenotípica
$\frac{1}{4}$ AA	$\frac{3}{4}$ Flores púrpuras
$\frac{2}{4}$ Aa	
$\frac{1}{4}$ aa	$\frac{1}{4}$ Flores blancas

Figura 3.2-1. Cuadro de Punnett representando ejemplos del entrecruzamiento de dos líneas puras denominadas por Mendel como generación parental (GP), la descendencia de la primera generación filial (F1) y de la segunda generación filial (F2), así como las proporciones genotípicas y fenotípicas de F1 y F2.



- ¿Por qué crees que Mendel utilizó la planta de guisantes como organismo modelo para sus experimentos?
- ¿Cuáles son las características que hacen a esta planta apropiada para estudios genéticos?



- Analiza y evalúa pertinentemente las evidencias que dan respuestas a problemas y fenómenos asociados con la biología, comprendiendo el alcance de los conceptos y principios.
- Utiliza de forma adecuada términos, teorías y definiciones de la biología.



La Fundación de Apoyo al Hemofílico (FAHEM) inició sus trabajos en el año 1996 y ofrece apoyo integral a las personas que padecen de hemofilia u otra coagulopatía en la República Dominicana.

Fuente: https://www.hemofiliaenpositivo.org/grupos_de_apoyo/fundacion-apoyo-al-hemofílico-fahem/

La hemofilia es una enfermedad hereditaria ligada al cromosoma X. Esta condición es ocasionada por una mutación en el gen responsable de codificar uno de los factores de coagulación de la sangre. Puedes obtener más información sobre esta enfermedad y algunos casos presentes en la República Dominicana.

Los cromosomas: hogar de las unidades hereditarias

¿Sabes de qué están formados los cromosomas? ¿Todos los organismos poseen cromosomas? ¿Podemos observar la presencia de los cromosomas en las células siempre?

Los cromosomas fueron descritos por Walther Flemming (alemán) en 1882, al realizar observaciones de células en división. Los cromosomas están formados por **cromatina**, sustancia constituida por ADN, y diversas proteínas asociadas, y solo pueden ser observados al microscopio cuando la célula se está dividiendo.

Walter Sutton y Theodore Boveri descubrieron, de manera independiente, que los factores hereditarios de Mendel estaban ubicados linealmente en los cromosomas, sentando así las bases de la **teoría cromosómica de la herencia**. Con este hallazgo convirtieron la concepción abstracta de «factor hereditario» en una unidad tangible, localizada en una estructura física. Sin embargo, la comunidad científica de la época no aceptó estas afirmaciones.

Años más tarde, las investigaciones de Thomas Hunt Morgan y su equipo permitieron obtener evidencia para confirmar esta teoría. Este equipo también descubrió la presencia de rasgos controlados por genes localizados en el cromosoma X, iniciando los estudios de la **herencia ligada a los cromosomas sexuales**.

Organización de la cromatina en cromosomas

Al observar las células advertimos que la extensión de las moléculas de ADN excede su tamaño. Por esta razón, la célula debe «empacarlo» de manera efectiva. Por ejemplo, el ADN presente en la bacteria *Escherichia coli* posee aproximadamente 4×10^6 pares de bases (pb), lo que equivale a una molécula de ADN de 1.35 mm. Esta longitud es aproximadamente mil veces el tamaño de esta bacteria. Por eso es que la molécula de ADN debe torcerse y doblarse de manera tal que su tamaño encaje en el interior de la bacteria.

Para optimizar el espacio, la célula condensa y empaqueta el ADN en forma de cromatina (asociación de las proteínas histónicas y el ADN), y esta se compacta formando cromosomas durante la división celular. Durante la interfase la cromatina se encuentra en su conformación elemental los **nucleosomas**, los cuales están formados por un octámero de histonas

alrededor del cual se enrollan 146 pb de ADN presentando una apariencia de collar de perlas (figura 3).

Los nucleosomas poseen un diámetro de 10 nm y están unidos mediante una corta secuencia de 60 pb, llamada ADN enlazador, asemejando un collar de cuentas; estos representan el primer nivel de organización de los cromosomas y tienen una importancia no solo estructural, sino también en lo que respecta a la **regulación de la expresión de los genes**, tema del cual hablaremos más adelante. El siguiente paso es el empaque de los nucleosomas adyacentes mediante la acción de la histona H1, la cual se asocia con el ADN enlazador y genera una **fibra de cromatina** de 30 nm que forma **bucles sobre un armazón proteico** no asociado a histonas y finalmente se condensa hasta formar cromosomas.

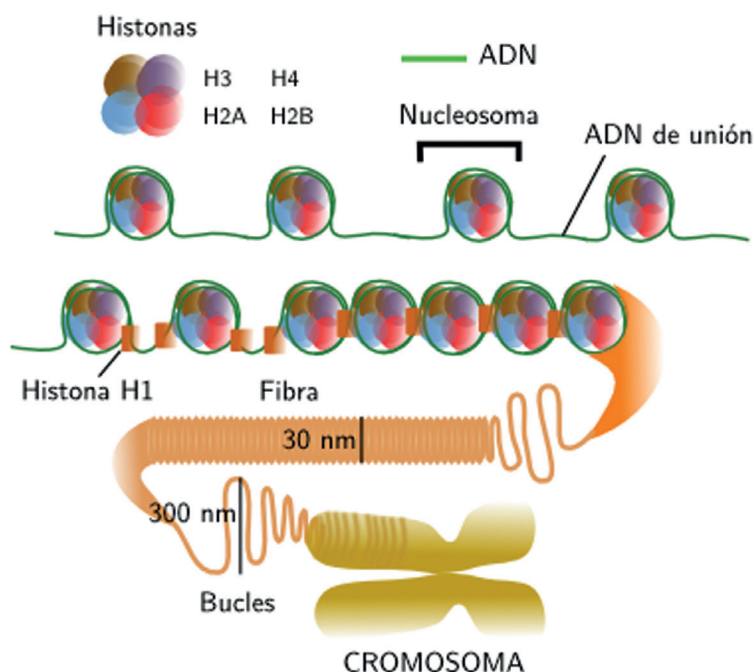


Figura 3. Organización de la cromatina en cromosomas eucariotas. Esquema de los diferentes grados de empaquetamiento de la cromatina, desde los nucleosomas hasta los cromosomas. Fuente: <http://mmegias.webs.uvigo.es/5-celulas/ampliaciones/8-cromosomas.php>

Número cromosómico

Todos los organismos, sin importar la especie a la que pertenezcan, poseen un determinado número de cromosomas, lo que indica el **número cromosómico** de la especie. La cantidad de cromosomas presente en la mayoría de las plantas y animales oscila entre 8 y 50. Es importante señalar que este número no es una señal del nivel o de la complejidad de la especie con respecto a otras en el árbol de la vida.



- **Escribe** el número de cromosomas de dos de tus mascotas (perro, gato, pez, tortuga), y de dos de las plantas que haya en el patio de tu escuela o alrededores. Si no tienes mascotas, **investiga** sobre las de alguien en tu clase. Es importante que coloques el nombre científico de las especies con las que estarás trabajando, por ejemplo *Canis lupus familiaris* (perro).
- **Investiga** y **escribe** en tu cuaderno el número de cromosomas de la especie humana e **incluye** la cantidad de genes que posee. **Utiliza** como referencia la última actualización del Proyecto Genoma Humano (2022).



- Interpreta de manera precisa el lenguaje científico y tecnológico considerando las ideas básicas y procesos científicos de la biología, así como su contexto y su alcance.
- Formula de manera efectiva y sistemática sus argumentos basados en evidencias biológicas.

Topoisomerasa: proteína que reduce la tensión de las hebras de ADN evitando los nudos y el superenrollamiento.

Proteínas SSB: proteínas de unión a ADN de hebra sencilla. Se conectan a las cadenas simples de ADN de las horquillas de replicación estabilizándolas y evitando que se vuelva a formar la doble hélice.

Estructura, función y replicación del ADN

¿De qué forma las células que conforman un nuevo organismo «saben qué hacer» a lo largo de su vida? ¿Quién les enseña? ¿Cómo funcionan los genes para determinar nuestras características físicas?

El ADN está compuesto por una secuencia de nucleótidos unidos por enlaces covalentes. La estructura secundaria está formada por dos cadenas antiparalelas que corren en dirección opuesta ($5' \rightarrow 3'$ y $3' \rightarrow 5'$) y están unidas mediante puentes de hidrógeno entre las bases nitrogenadas de ambas cadenas.

La estructura del ADN fue propuesta en el año 1953 por James Watson y Francis Crick, quienes luego de hacer acopio de diversos estudios sobre esta molécula, entre ellos la «Foto 51» (realizada por Rosalind Franklin a cristales de ADN purificado, mediante difracción de rayos X), propusieron un modelo basado en una estructura formada por una doble hélice enrollada en forma de escalera de caracol.

Replicación del ADN

La replicación del ADN es semiconservativa, es decir, cada hebra parental de la molécula original sirve de molde para generar una nueva hebra, por lo que la nueva molécula de ADN estará conformada por una hebra parental y una hebra nueva. Las etapas de este proceso son:

- La ADN helicasa rompe los puentes de hidrógeno de la doble hélice que une a ambas cadenas. Al separarse la doble hélice de ADN se forman espacios denominados horquillas de replicación, donde se coloca la maquinaria proteica para llevar a cabo la replicación. En esta etapa intervienen la **topoisomerasa** y las **proteínas SSB**.
- La ADN primasa sintetiza en el extremo $3' \rightarrow 5'$ de la hebra parental una secuencia de ARN llamada «cebador» o «primer» para iniciar la síntesis de la nueva hebra de ADN, denominada cadena líder. Después, la ADN polimerasa cataliza la síntesis de la nueva cadena en dirección $5' \rightarrow 3'$, agregando nucleótidos al extremo $3'$ de la hebra en crecimiento y utilizando como molde la cadena parental para realizar el apareamiento complementario de bases, donde A se aparea con T y C se aparea con G. Por otra parte, la ADN polimerasa solo agrega nucleótidos a los extremos $3'$ de las hebras, lo que implica que esta debe esperar a que la doble hélice se vaya abriendo para

ir sintetizando la nueva cadena a partir de la otra hebra parental. Es por esta razón que la síntesis de la otra hebra ocurre de forma interrumpida, es decir a partir de pequeños fragmentos que reciben el nombre de fragmentos de Okazaki, que son unidos por la ADN ligasa. La nueva hebra recibe el nombre de cadena rezagada.

Debido a errores durante el proceso de replicación, o por la acción de factores ambientales, pueden ocurrir fallos que generen cambios en la secuencia de ADN de un gen. Estos cambios reciben el nombre de **mutaciones** y son la fuente más importante de variabilidad en los seres vivos. Existen varios tipos, por ejemplo: mutaciones puntuales en genes por inserción, por delección u otras que pueden alterar la estructura de los cromosomas, entre ellas, duplicaciones, translocaciones e inversiones.

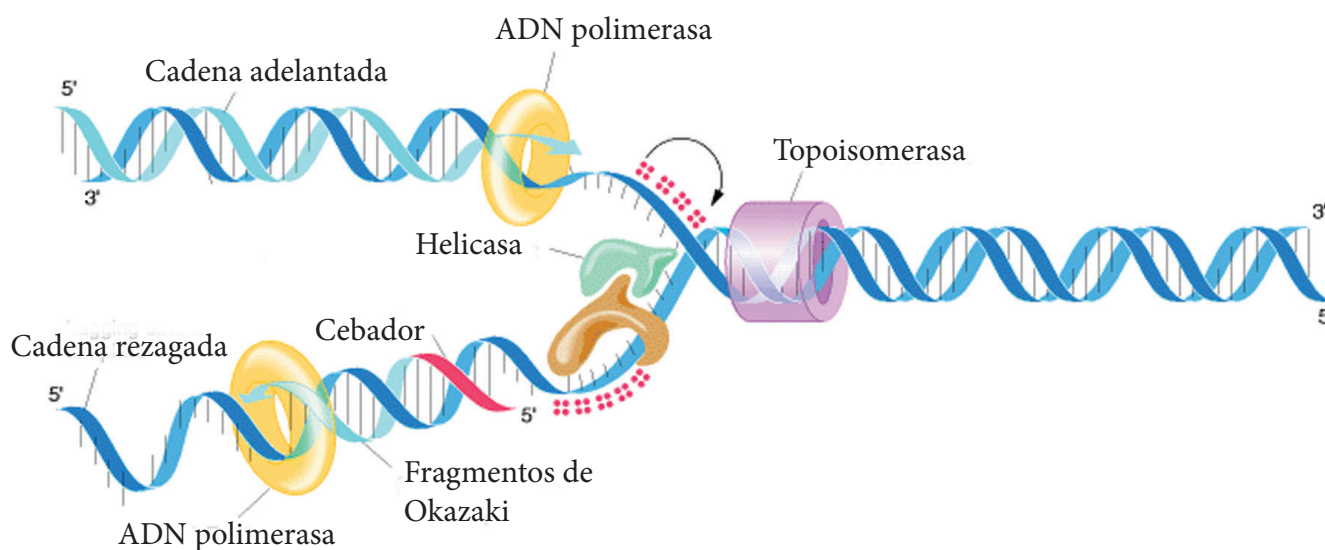


Figura 4. Esquema de la horquilla de replicación del ADN.
Fuente: <http://www.biologia.edu.ar/adn/imagenes/ch8f20.gif>

- **Investiga** y escribe en tu cuaderno cuál fue el experimento realizado por Meselson y Stahl para determinar que la replicación del ADN era semiconservativa.
- **Dibuja** en tu cuaderno una horquilla de replicación, luego rotúlala e intenta describir cada una de sus partes y su función.



- Analiza y evalúa pertinentemente las evidencias que dan respuestas a problemas y fenómenos asociados con la biología.
- Formula efectiva y sistemática sus argumentos basados en evidencias biológicas.

Anticuerpo: proteína producida por el organismo debido a la presencia de un antígeno, contra el que reacciona de manera específica.

Hormona: producto de secreción de algunas glándulas que es trasladado por el sistema circulatorio. Su función está vinculada a la regulación de las actividades de órganos o sistemas de órganos.

Estructura y síntesis de ARN

¿De qué manera la célula accede a la información presente en la molécula de ADN y para qué la utiliza? ¿Qué relación tiene esta información con el funcionamiento de la célula?

Para realizar sus procesos vitales, las células necesitan energía e información. Como ya hemos señalado, los ácidos nucleicos (**ADN** y **ARN**), son macromoléculas que almacenan y transfieren la información que permite a la célula fabricar proteínas, un diverso grupo de macromoléculas capaces de desarrollar una gran variedad de funciones, entre ellas, protección ante el ataque de invasores (mediante la producción de **anticuerpos**), mensajería química (a través de la acción de las **hormonas**), formación de **estructuras** (como las proteínas que forman parte de la **membrana celular**) y **enzimática** (como es el caso de las enzimas digestivas). La célula utiliza la información contenida en el ADN para fabricar polipéptidos o proteínas, macromoléculas formadas por la secuencia de aminoácidos unidos mediante enlaces peptídicos. Este proceso se denomina **expresión génica** y tiene dos fases: transcripción o síntesis de ARN y traducción o síntesis de proteínas. Abordaremos la primera.

Los genes son segmentos de ADN requeridos para la síntesis de un producto que puede ser un ARN o una proteína. En las células existen múltiples tipos de ARN asociados a diferentes funciones relacionadas con la expresión de los genes (expresión génica): el ARN

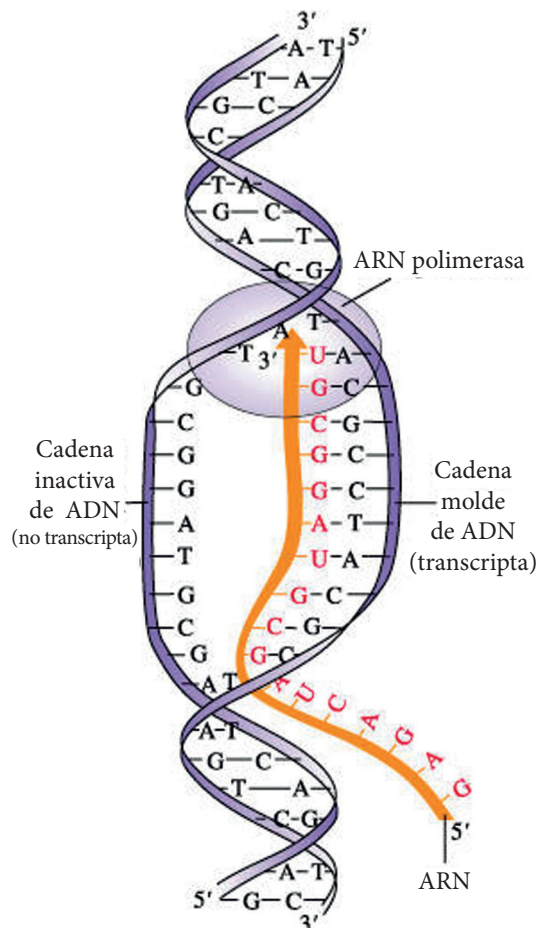


Figura 3.5-1. Esquema de la síntesis de ARN.

Fuente: http://www.facultad.efn.uncor.edu/webs/departamentos/divbioeco/anatocom/Biologia/Index_archivos/celula/transcripcion.jpg

mensajero (**ARNm**), contiene información para la síntesis de proteínas; el ARN de transferencia (**ARNt**), transporta los aminoácidos a los ribosomas para la síntesis de polipéptidos y el ARN ribosomal (**ARNr**), es el principal componente de las subunidades de los ribosomas, maquinaria responsable del proceso de traducción. Existen otros tipos de ARN, como los **microARN**, que participan en la regulación de la expresión de los genes.

El ARN se genera en el interior del núcleo de las células eucariotas y en la región nucleoide de las procariotas. Este proceso, que se denomina **transcripción o síntesis de ARN**, está basado en la generación de una secuencia de ARN a partir de una hebra molde de ADN mediante apareamiento complementario de bases A-U y C-G. Tiene tres etapas: iniciación, elongación y terminación. La transcripción inicia en un área de la secuencia de ADN denominada **región promotora** del gen; allí se colocan también los **factores de transcripción**, una serie de proteínas que favorece el inicio de la síntesis de ARN.

La célula recibe una serie de señales y estímulos externos que le indican cuándo debe de iniciar la transcripción; por ejemplo, la transcripción de los genes asociados a la producción de lactasa en bacterias es desencadenada por la presencia de lactosa. Una vez concluye el proceso de iniciación sigue la de **elongación** de la cadena de ARNm mediante la acción de la enzima ARN polimerasa, la cual, luego de abrir la doble cadena de ADN, usa una de las hebras de ADN como molde y sintetiza la cadena de ARNm mediante apareamiento complementario de bases, formando momentáneamente una cadena híbrida ADN-ARN. El proceso finaliza con la **terminación** y la liberación de la nueva cadena de ARN. En eucariotas este ARNm primario o pre-ARNm deberá pasar por un proceso de **maduración** antes de llegar a los ribosomas para iniciar la traducción.



- **Entra** a la sección de DNA y RNA de la base de datos del Centro Nacional de Investigación para Información en Biotecnología, **selecciona** la base de datos que más te llame la atención y **describela** en tu cuaderno. **Utiliza** un traductor en caso de que sea necesario (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/guide/dna-rna/>).
- **Explica** en tu cuaderno las posibles aplicaciones de las informaciones localizadas en la base de datos de la actividad 1 en el área de la biomedicina.



- Produce y comunica efectivamente información científica relacionada con los fundamentos de la biología.
- Utiliza estrategias efectivas en la búsqueda de evidencias para dar respuesta a problemas o situaciones relacionadas con la biología.

Codón: secuencia de ARN de tres nucleótidos (un trinucleótido) que forma una unidad de información genómica que codifica para un aminoácido determinado o indica la terminación de una síntesis de proteína.

Código genético y traducción o síntesis de proteínas

¿Qué ocurre luego de que concluye la primera parte del proceso de expresión de los genes? ¿Cómo se fabrican las proteínas responsables de nuestros rasgos y de múltiples procesos celulares?

Una vez completado el proceso de transcripción y maduración de una cadena de ARNm, esta será utilizada para determinar el orden en el cual se colocarán los aminoácidos de un polipéptido o de una proteína. Este proceso se denomina **traducción** debido a que la información presente en los ácidos nucleicos ADN y ARN se traduce al «lenguaje» de las proteínas.

Durante el proceso de la traducción de la información genética, un **codón** determina o especifica un aminoácido. El nombre colectivo que recibe la designación de los codones y sus aminoácidos correspondientes, así como también los codones de «inicio» y de «parada» es **código genético**. En 1961 Crick (británico), y Brenner (sudafricano), descubrieron que los codones consistían en tres bases consecutivas de ARNm, de las que existen 64 combinaciones diferentes. Ellos hipotetizaron que el código genético se leía un codón a la vez, debido a que la secuencia de ARNm, cuando se encuentra en los ribosomas, presenta una secuencia complementaria con el ARNt denominada **anticodón**. El código genético es **universal**, ya que en todas las expresiones de la vida (salvo casos excepcionales), es el mismo y se ha mantenido desde el último ancestro común conocido (LUCA, por sus siglas en inglés).

El primer codón en la secuencia codificante (AUG), correspondiente a la metionina, y el último codón de «paro» (UAA, UAG y UGA) son claves para indicar al ribosoma el rango de traducción o marco de lectura del ARNm. Los 61 codones restantes son específicos para uno de los 20 aminoácidos, con múltiples codones codificando el mismo aminoácido. Esta «sinonimia» es la que le confiere la **redundancia** al código genético.

Traducción

La traducción del ARNm a la secuencia de aminoácidos ocurre en tres etapas: iniciación, elongación y terminación.

- **Iniciación:** Ensamble del complejo ribosómico formado por factores de iniciación y ARNt con metionina, que se adhiere a la subunidad menor del ribosoma, la cual está unida al ARNm. Esta se desplaza sobre el ARNm hasta que el anticodón del ARNt identifica el codón complementario de inicio (AUG) formando un enlace covalente. La

subunidad mayor se une a la subunidad menor para completar el complejo de iniciación.

- **Elongación:** El ribosoma se desplaza en dirección $5' \rightarrow 3'$ lo largo del ARNm, un codón a la vez, mientras que el ARNt aminoacil-sintasa (unido a su aminoácido correspondiente en un extremo y el anticodón en el otro), se acopla en los diversos espacios internos del ribosoma uniendo de manera secuencial los aminoácidos mediante enlace peptídico generando una cadena polipeptídica creciente.
- **Terminación:** Esta es la fase donde concluye la traducción. La síntesis de proteínas finaliza cuando una proteína llamada «factor de liberación» identifica el codón de paro al final de la secuencia codificante.

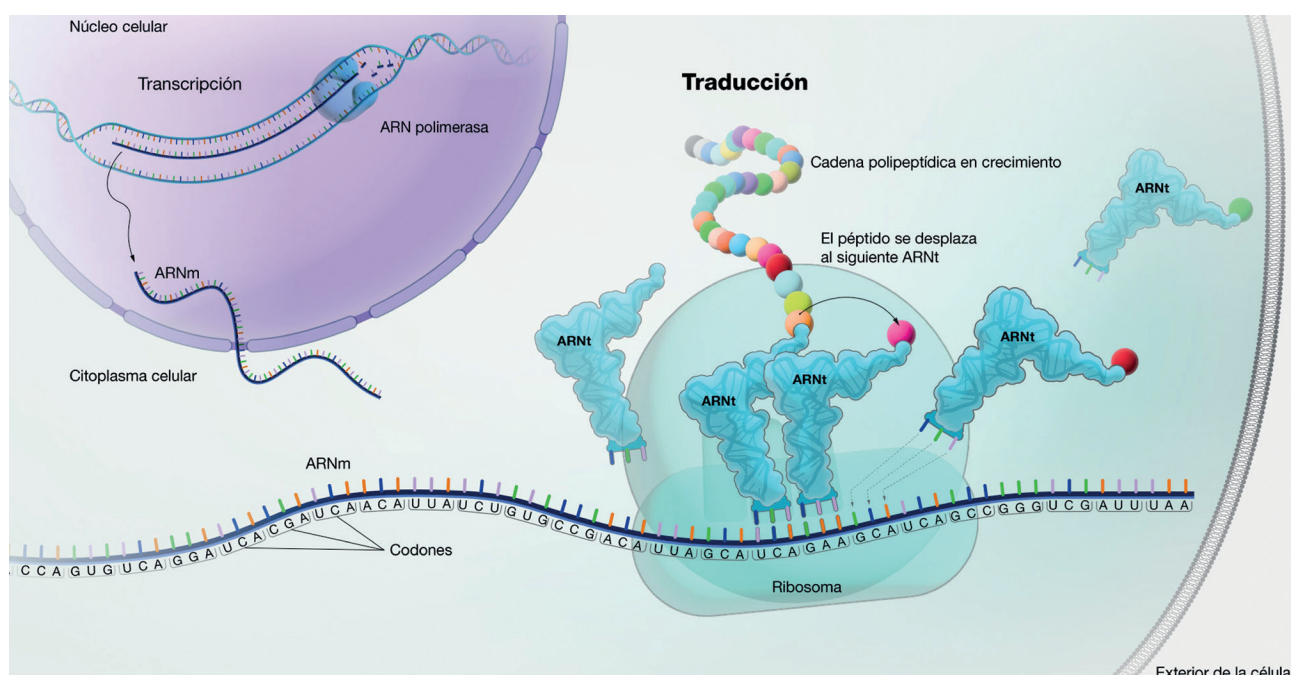


Figura 6. Esquema que representa el proceso de traducción o síntesis de proteínas (parte inferior).

Fuente: https://www.genome.gov/sites/default/files/media/images/tg_es/Traduccio%CC%81n_es_0.jpg

Una vez sintetizada la cadena polipeptídica, esta se dobla sobre sí misma formando estructuras secundarias y terciarias; o sobre otros polipéptidos, en cuyo caso forma estructuras cuaternarias.



- **Escribe** en tu cuaderno el nombre de cinco proteínas que participen en diferentes funciones vitales de los seres vivos, **indica** en qué células se sintetizan esas proteínas. **Incluye** el nombre científico del organismo al que pertenece esta célula y su nombre común.
- **Indica** la longitud de la secuencia de aminoácidos de esas proteínas, es decir, cuántos aminoácidos posee.



- Produce y comunica efectivamente información científica relacionada con los fundamentos de la biología.
- Utiliza estrategias efectivas en la búsqueda de evidencias para dar respuesta a problemas o situaciones relacionadas con la biología.

Actividad grupal

Impacto de la genética en el desarrollo de la sociedad humana

El docente organizará la clase en equipos de tres estudiantes, luego utilizará la introducción de esta unidad para dividir en tres momentos históricos el tiempo transcurrido desde la publicación de los ensayos de Mendel (1865), hasta el desarrollo de la tecnología del ADN CRISPR-Cas 9 (2020), y la conclusión del Proyecto Genoma Humano (2022). Los tres períodos sugeridos son: 1865-1965, 1966-1990 y 1991-2022. El profesor puede hacer los ajustes que considere convenientes.

El docente asignará un período a cada equipo, que seleccionará tres personajes destacados de su período. Luego cada grupo realizará una infografía donde aparezca la siguiente información:

- Nombre del descubrimiento, aporte o estudio
- Autores participantes y nacionalidad
- Año en que se realizó
- País donde se hizo el estudio, experimento o modelo en cuestión
- Metodología y tecnología utilizada (no debe exceder 75 palabras)
- Conclusiones (deben ser precisas, no más de 75 palabras)
- Bibliografía (utilizar formato APA, 7^a edición)

Las infografías, que pueden ser impresas en papel bond blanco y pegadas en cartulinas de fondo negro con un tamaño estándar, serán colocadas en las paredes del aula para una exhibición en la que los estudiantes podrán socializar sus trabajos con sus compañeros.



Coevaluación

- Cuando participen en la exhibición de los carteles en el aula, cada grupo debe pasar a visitar el cartel de los demás (los miembros de los grupos deben rotarse para no dejar solo su propio cartel). ¿Qué cosas te resultaron curiosas o interesantes de la exhibición de tus compañeros? Anota tus comentarios en tu cuaderno.
- Pregunta a tus compañeros cuáles fueron las mayores dificultades y retos que advirtieron preparando su trabajo y su experiencia durante la exhibición. Registra en tu cuaderno las respuestas, compártelas con tu grupo y compárenlas con sus propias experiencias.

Autoevaluación

- Luego de haber desarrollado esta actividad, reflexiona y escribe en tu cuaderno:
 - ¿Como te has sentido después de haber participado en esta especie de travesía a lo largo de la historia de la genética?
 - ¿Qué nuevos saberes piensas que has adquirido?
 - ¿Lograste identificar el fundamento teórico de algunas tecnologías que usamos hoy en día en el área de la genética?
 - Cómo impactan estos avances científicos en la sociedad? Escribe lo que piensas basado en los conocimientos adquiridos en la actividad grupal.

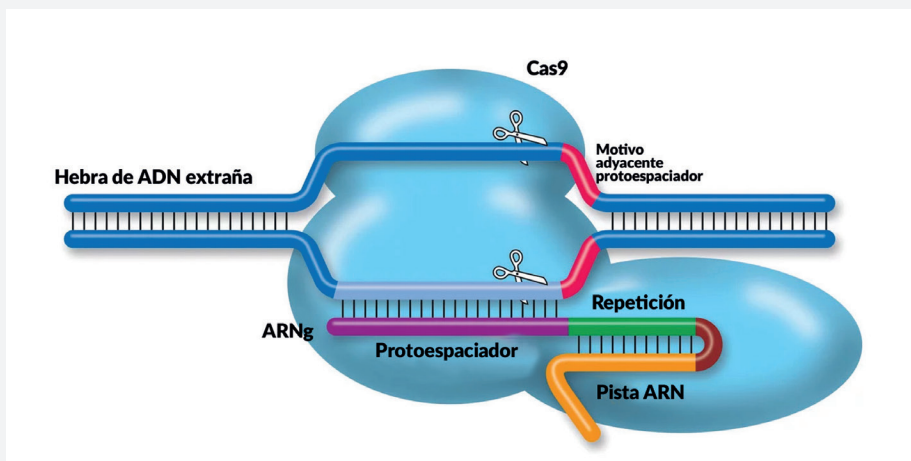


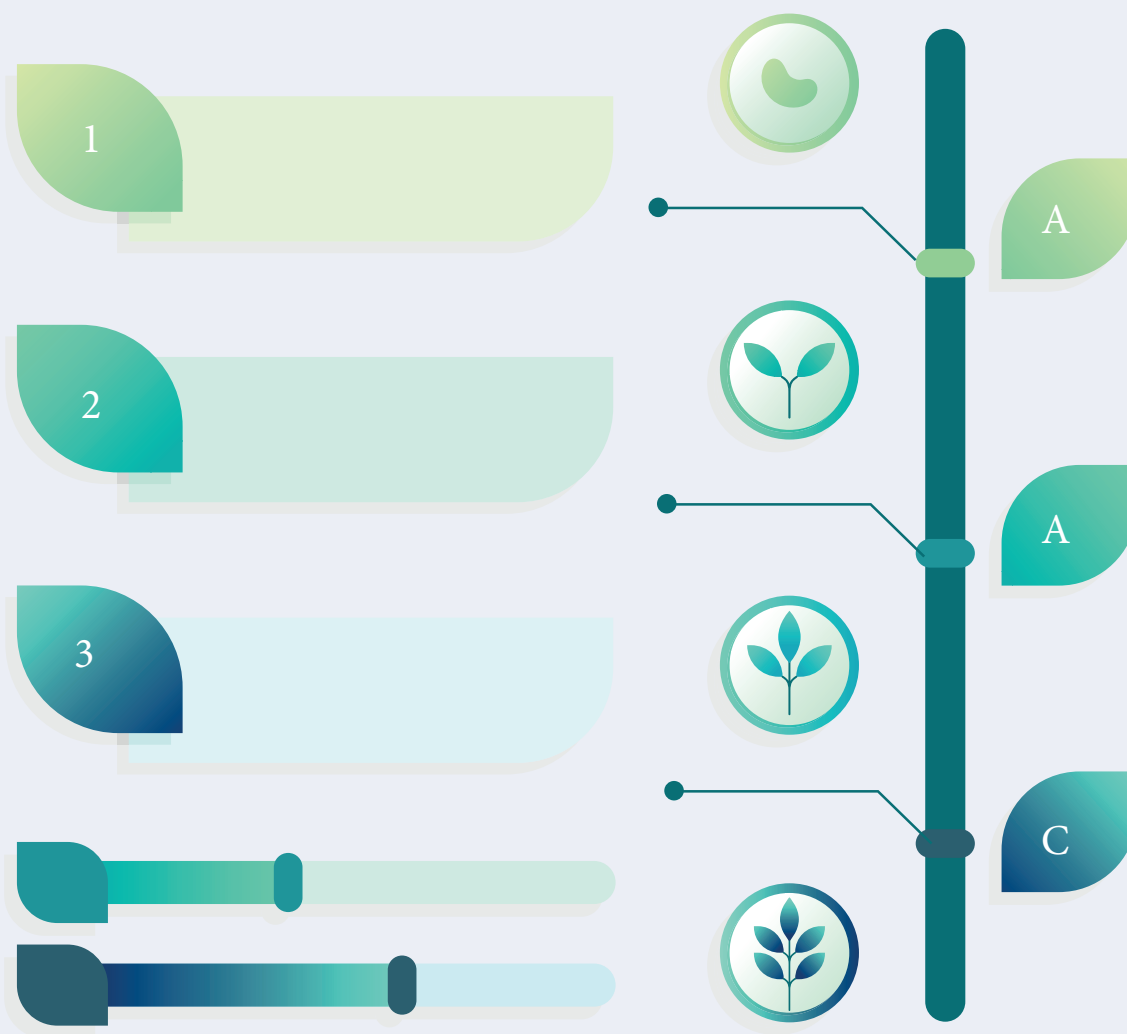
Figura 3-AG-1. Complejo CRISPR-CAS9 con ARNg

Fuente: <https://www.mpg.de/11824433/crispr-cas9-functioning>

Evaluación

En tu cuaderno, con la ayuda de tu docente:

- **Realiza** una línea del tiempo en un cartel plegable hecho de papel (que puedas colocar doblado en tu cuaderno), que muestre el desarrollo del concepto de gen y las tecnologías basadas en el ADN, desde Mendel hasta nuestros días.
- **Observa** esta línea del tiempo. Puedes encontrar otras opciones en línea. Te invito a ser creativo.



Fuente: <https://www.freepik.es>

Coevaluación

■ **Realiza** la siguiente actividad en tu cuaderno.

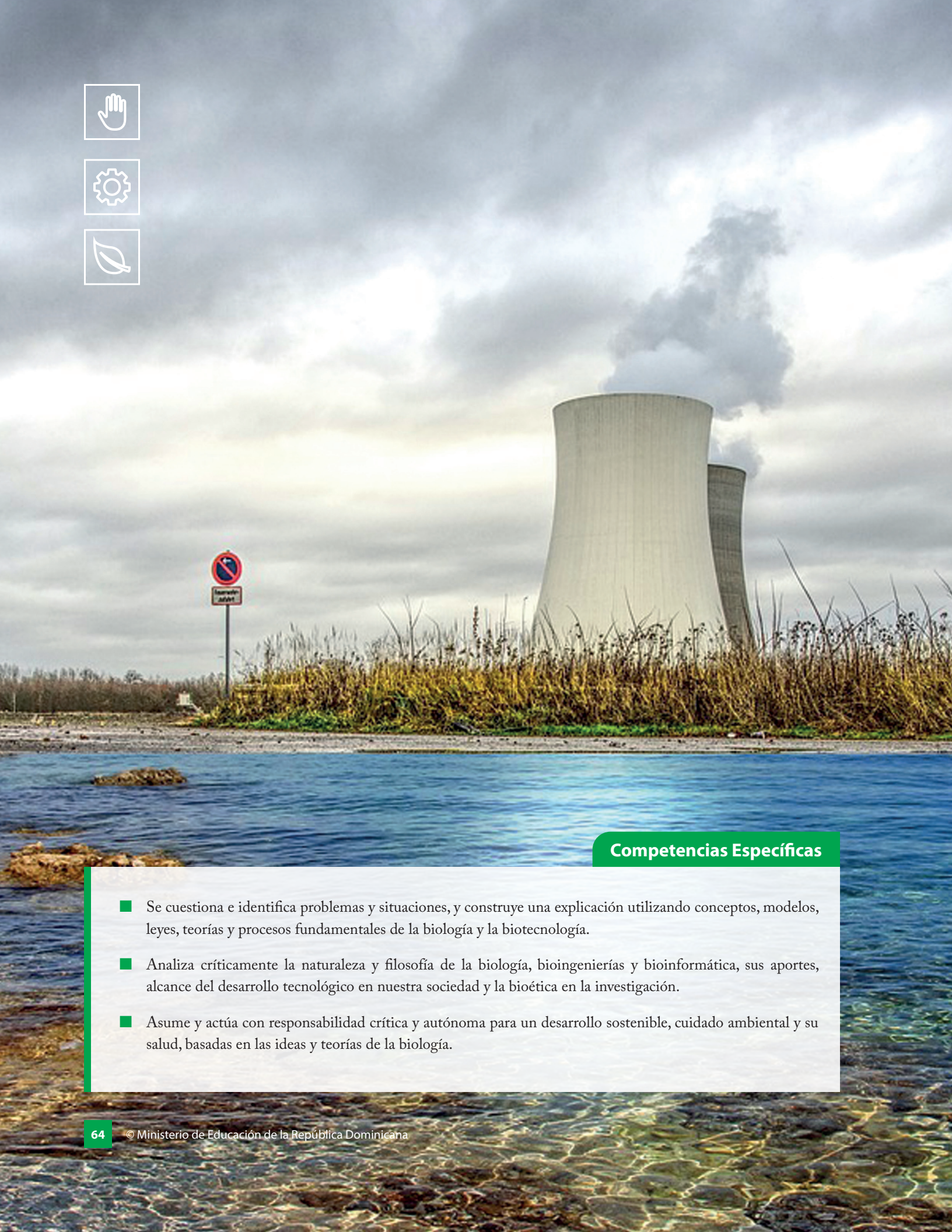
- **Evalúa** a tus compañeros con la siguiente rúbrica:

Criterios	Nunca	A veces	Regularmente	Siempre
Presta atención durante el desarrollo de las lecciones.				
Muestra respeto hacia los docentes y hacia sus otros compañeros.				
Colabora de manera equitativa en todas las actividades.				
Solo trabaja en algunas actividades.				
Es organizado, toma notas y lleva registro de las observaciones realizadas.				

Autoevaluación

■ **Contesta** las siguientes preguntas en tu cuaderno.

Criterios	Logrado	Medianamente logrado	En proceso
¿Entiendo el concepto de herencia biológica?			
¿Puedo describir lo que es un gen o factor hereditario?			
¿Sé dónde se localizan los genes?			
¿Puedo explicar la estructura del ADN y cómo este se replica?			



Competencias Específicas

- Se cuestiona e identifica problemas y situaciones, y construye una explicación utilizando conceptos, modelos, leyes, teorías y procesos fundamentales de la biología y la biotecnología.
- Analiza críticamente la naturaleza y filosofía de la biología, bioingenierías y bioinformática, sus aportes, alcance del desarrollo tecnológico en nuestra sociedad y la bioética en la investigación.
- Asume y actúa con responsabilidad crítica y autónoma para un desarrollo sostenible, cuidado ambiental y su salud, basadas en las ideas y teorías de la biología.



Unidad 4

Genética y medio ambiente

Situación de aprendizaje

La contaminación nuclear puede ser generada por causas naturales o por la acción del hombre. Los daños de este tipo de contaminación al ambiente son devastadores debido a que la radiación puede afectar el suelo, volviéndolo infértil, y alterar las cadenas tróficas, rompiendo el equilibrio ecológico. Este tipo de radiación puede modificar también las moléculas de ADN de las células somáticas y germinales de los seres vivos que se reproducen sexualmente. Los estudiantes presentarán una cronología de los accidentes nucleares más significativos y elaborarán una lista de los daños más importantes ocasionados a la especie humana.

Contenido

- Genética humana
- Enfermedades hereditarias y desórdenes genéticos
- Genética y medio ambiente
- Ingeniería genética y biotecnología
- Recursos genéticos
- Actividad grupal: Identifico contaminantes químicos y físicos en mi cuerpo
- Evaluación

<https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2022/01/como-eligen-las-celulas-su-destino-en-nuestro-cuerpo>

Locus: espacio que ocupa un gen en un cromosoma.

Modulan: de modular. Modificar los elementos que actúan en un proceso para conseguir diferentes resultados.

Genética humana

¿Existe un único patrón de herencia a través del cual se transmiten los rasgos en las poblaciones humanas? ¿Cuáles son los métodos utilizados para determinar si alguien tiene una enfermedad hereditaria?

La genética humana estudia la variación de los rasgos hereditarios en las poblaciones humanas. Hemos visto que Mendel estudió de forma sistemática la transmisión de rasgos en la planta de guisante (*Pisum sativum*) y que, al analizar sus resultados, identificó un patrón en la forma en que los rasgos estudiados se heredan de generación en generación. Esto le permitió llegar a conclusiones que luego se convirtieron en los principios o leyes de Mendel. El patrón de herencia identificado por Mendel se conoce comúnmente como patrón de herencia autosómica o «herencia mendeliana». Su trabajo permitió develar los fundamentos de la herencia biológica, válidos para todos los organismos que se reproducen sexualmente, entre ellos la especie humana.

Muchos investigadores también han estudiado la genética y han identificado otros «patrones de herencia». Por ejemplo, la **herencia multifactorial**, en la que observamos cómo la interacción de múltiples genes (poligenes), con el ambiente contribuye a la variabilidad de la expresión fenotípica de un rasgo en la población. Por ejemplo, en los grupos humanos, rasgos como el peso, la talla y la pigmentación de la piel, entre otros, están controlados por múltiples genes cuya expresión, sumada a la interacción con el ambiente, genera una vasta gradación de fenotipos. Muchas de las enfermedades humanas modernas (como la diabetes, el cáncer, la hipertensión y la obesidad), se heredan con carácter multifactorial. En este patrón de herencia la influencia del ambiente se evidencia en nuestra dieta, nuestros hábitos, etc., los cuales, al interactuar con nuestros genes, **modulan** el fenotipo.

La **herencia mitocondrial** se refiere a la transmisión de la información presente en los genes localizados en las mitocondrias (ADNmt), que codifican principalmente proteínas que intervienen en la respiración celular, entre otros. Se caracteriza por la herencia del ADNmt de la madre a los hijos e hijas, razón por cual también recibe el nombre de herencia materna.

Finalmente, en los grupos humanos podemos identificar la presencia de tres o más alelos para un **locus** determinado, en este caso el locus posee alelos múltiples (figura 1). Un ejemplo es el sistema ABO de

los grupos sanguíneos en donde uno de tres alelos puede ocupar el locus correspondiente al grupo sanguíneo. Dos de estos tres alelos son dominantes: alelo (I^A), para sangre tipo A, alelo (I^B) para sangre tipo B, y el alelo recesivo (i) en condición homocigótica (ii) expresa la sangre tipo O. Debido al hecho de tanto los alelos I^A y I^B son dominantes, ambos pueden expresarse simultáneamente a lo que denominamos codominancia, la expresión del genotipo heterocigótico ($I^A I^B$) es el grupo sanguíneo AB, en el cual el descendiente expresa simultáneamente los fenotipos de sus progenitores.

Métodos y tecnologías para el estudio de la genética humana

Los métodos para el estudio de la genética humana son diversos y han proliferado con los avances de las tecnologías del ADN, entre ellos podemos citar:

- Estudios de cromosomas utilizando cariogramas (permiten observar y analizar los cromosomas de un individuo).
- Estudios familiares utilizando pedigrís o genealogías.
- Secuenciación y estudio de la expresión de genes.
- Uso de bases de datos de genes humanos (ejemplo: Online Mendelian in Man OMIM John Hopkin's University, omim.org).

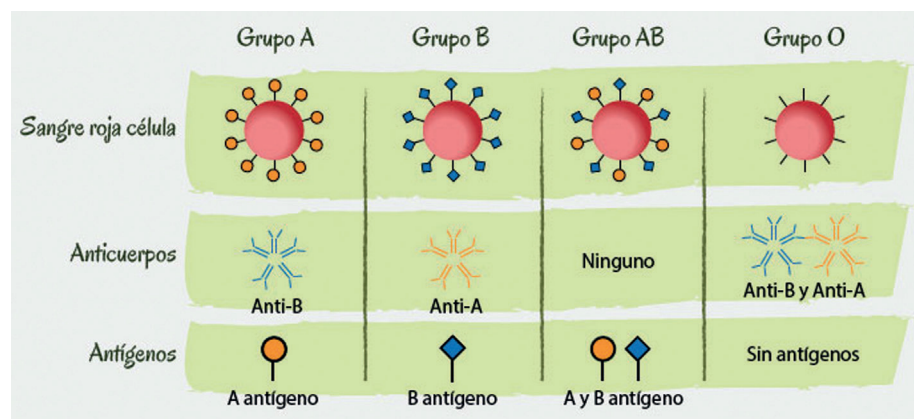


Figura 1. Herencia en los humanos: alelos múltiples y grupos sanguíneos.

Fuente: <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad3/ingenieriagenetica/herenciaNoMendeliana/alelosMultiples>



- **Explica** qué entiendes por «patrón de herencia»; **señala** dos ejemplos.
- **Indica** con base en lo que has aprendido hasta el momento, qué es lo que determina que haya diferencias entre un patrón de herencia y otro.



La Unidad de Genética Médica (UGM) del Hospital Pediátrico Dr. Robert Reid Cabral ofrece sus servicios de asistencia clínica y consejería genética a pacientes con trastornos hereditarios o congénitos desde 1980, siendo la única entidad estatal que ofrece este tipo de servicio en la República Dominicana. Fue fundada por la doctora Dra. Marisela Jáquez de Gutiérrez.

Fuente: <https://listindiario.com/la-republica/2015/09/07/387178/rein-auguran-unidad-genetica.html>



- Formula efectiva y sistemáticamente sus argumentos basados en evidencias biológicas.
- Identifica de manera correcta situaciones o acciones de riesgo para su salud.

Alcaptonuria: enfermedad metabólica hereditaria ocasionada por la deficiencia de una enzima denominada homogentisato dioxigenasa, que participa en el metabolismo de los aminoácidos tirosina y fenilalanina. Esta deficiencia genera la acumulación del ácido homogentísico, el cual pasa a la sangre y se libera en la orina, tornándola de color negro. Este tóxico también genera artritis en el organismo.

Fibrosis quística: enfermedad hereditaria monogénica, es decir, ocasionada por la mutación de un gen, en la que las glándulas secretoras producen moco muy espeso. Dependiendo del lugar en donde se acumule, este moco puede causar problemas digestivos, respiratorios y de enfriamiento del organismo.

Enfermedades hereditarias y desórdenes genéticos

¿Sabes de qué forma «surge» una enfermedad genética?

La variación en las poblaciones humanas tiene su origen en las mutaciones, las cuales ocasionan la aparición de nuevos alelos. Sin embargo, en algunos casos las variantes podrían originar enfermedades o causar la muerte. A continuación, presentamos los grupos más importantes de patologías:

- **Anomalías cromosómicas:** ocasionadas por pérdidas, duplicaciones, intercambio o inversiones de segmentos de cromosomas (estructurales); por la duplicación o pérdida de cromosomas (numéricos). El síndrome de Down o Trisomía 21 pertenece a este grupo y es la primera causa de visita a la consulta de la Unidad de Genética Médica en la República Dominicana.
- **Desórdenes a causa de la mutación de un solo gen o «trastornos de un solo gen»:** enfermedades genéticas causadas por mutaciones de un solo gen, localizado en cromosomas autosomas (como la enfermedad de Huntington [autosómica dominante] y la anemia falciforme [autosómica recesiva], o en genes localizados en cromosomas sexuales (ligados al X recesivo) como la hemofilia.
- **Falcemia, anemia falciforme o drepanocitosis:** es una anemia crónica, hemolítica (destruye los glóbulos rojos) causada por una mutación en el gen de la hemoglobina, pigmento responsable del transporte del oxígeno en la sangre; es la enfermedad hereditaria más frecuente en la República Dominicana.
- **Errores innatos del metabolismo (EIM):** se caracterizan por la acumulación de sustancias tóxicas en el organismo debido a un trastorno enzimático, estos se expresan en el individuo desde su nacimiento. Los más frecuentes en el país son la **alcaptonuria**, la **fibrosis quística** y la falcemia.

Otros EIM de importancia son:

- **Deficiencia de glucosa 6 fosfato deshidrogenasa (G6PD):** Genera la destrucción de los glóbulos rojos a causa de infecciones y diversos factores.

- **Enfermedades de depósito lisosomal:** presentan deficiencia de las enzimas de los lisosomas, lo que impide la degradación de sustancias de desecho celular y ocasiona que estas se acumulen (por ejemplo, la enfermedad de Fabry y la enfermedad de Gaucher).

■ **Enfermedades asociadas con el metabolismo de los azúcares:**

- **Mucopolisacáridos:** conjunto de desórdenes debido al déficit de la enzima que degrada los azúcares llamados glucosaminoglicanos.
- **Galactosemias:** ocasionadas por déficit de la enzima que descompone la galactosa, azúcar compuesto por glucosa y lactosa.

■ **Enfermedades asociadas al metabolismo de los lípidos:**

- **Hipercolesterolemia:** presencia de elevados niveles de colesterol en la sangre.
- **Hiperplasia adrenal congénita:** enfermedad causada por trastornos genéticos, los cuales reducen la producción de hormonas en las glándulas suprarrenales (localizadas sobre cada riñón).

Se debe realizar la **detección temprana** de los EIM mediante programas de tamizaje neonatal, antes de que aparezcan las manifestaciones y las secuelas.

- **Enfermedades multifactoriales:** Resultan de la interacción de factores genéticos y ambientales. A este grupo pertenece un amplio grupo de trastornos, entre ellos las enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer, labio y paladar hendido, etc.

- **Enfermedades mitocondriales:** Patologías ocasionadas por mutaciones en el ADNmt localizado en las mitocondrias.



- **Escribe** en tu cuaderno la función de los lisosomas; luego **investiga** cuáles son los síntomas de la enfermedad de Gaucher y los de la enfermedad de Fabry. **Indica** cuál es su relación con los lisosomas.
- ¿Conoces a alguna persona que padezca de falcemia? **Escribe** en tu cuaderno los síntomas de esta enfermedad hereditaria e **indica** cómo puedes prevenir la ocurrencia de esta enfermedad cuando te cases.



Tamiz Neonatal
DESPACHO DE LA PRIMERA DAMA

Figura 2. Logo del Programa Nacional de Tamiz Neonatal y de Alto Riesgo de la República Dominicana, creado mediante el Decreto 380-15. El proyecto de ley «Detección temprana de Enfermedades Congénitas y Metabólicas en la Población Infantil de la República Dominicana» se aprobó en 2022. Tanto la ley como el decreto hacen universal y obligatorio el tamiz neonatal. El diseño y la organización del programa fueron realizados por la Dra. Ceila Pérez de Ferrán y su equipo. La sede de programa estará en los terrenos del Hospital Pediátrico Dr. Robert Reid Cabral.

Fuente: <https://www.flickr.com/photos/presidenciard/24753953293/in/album-72157662932190773/>



- Identifica de manera correcta situaciones o acciones de riesgo para su salud, el medio ambiente o el desarrollo sostenible.
- Planifica acciones efectivas que promueven el cuidado de su salud, del medio ambiente y a favor del desarrollo sostenible en su comunidad.

Radiación ionizante: se da cuando partículas con suficiente energía emitidas en forma de ondas electromagnéticas que pueden generar cambios en las biomoléculas que atraviesa.

Estrés oxidativo: estado anormal donde se presenta un desequilibrio de moléculas inestables denominadas radicales libres con respecto a antioxidantes en un sistema biológico generando daños en biomoléculas y membranas.

Herencia y medio ambiente

¿Es posible que mis células y mi ADN pudieran ser alterados por el ambiente? ¿De qué forma podría el ambiente dañar mis genes?

El ambiente juega un papel importante en la expresión de nuestros genes, ya que el ADN presente en estos puede ser alterado o dañado por múltiples factores ambientales, como por ejemplo la **radiación ionizante** (rayos ultravioletas que provienen de la luz solar), y los rayos X; algunos ingredientes de la cocina química (como el glutamato monosódico, utilizado para resaltar el sabor de algunos alimentos) y hábitos tóxicos como el fumar tabaco, entre otros. Estos factores son considerados como **mutágenos ambientales** o genotóxicos, es decir, sustancias pueden alterar el ADN de las células somáticas, así como también el de las células germinales afectando a la siguiente generación.

Los mutágenos ambientales son sustancias químicas o físicas presentes en el ambiente que poseen la capacidad de inducir mutaciones y ocasionar modificaciones genéticas, bioquímicas y fisiológicas en los seres vivos. De igual forma, pueden ocasionar anomalías cromosómicas, cáncer (en este caso estos mutágenos reciben el nombre de carcinógenos), y **estrés oxidativo**, el cual genera una gama de desórdenes que afectan la salud humana. Por esta razón, es muy importante conocer a cuáles mutágenos ambientales podríamos estar expuestos, tanto en nuestros hogares como en nuestra escuela y en las comunidades en sentido general.

Sin embargo, la expresión de nuestros genes no está vinculada de forma exclusiva al ADN, sino también a otros factores que pueden afectar su expresión. Te preguntarás... ¿Cómo es esto posible? Como recordarás, el ADN no se encuentra desnudo en las células, sino que se asocia a estructuras formadas por proteínas histónicas, las cuales «le permiten» enrollarse (cromatina) para facilitar su proceso de condensación durante la división celular.

Las histonas pueden interactuar con grupos funcionales, como por ejemplo grupos metilo y acetilo, los cuales influyen en la expresión de los genes donde se localizan. A estos grupos funcionales les llamamos **factores epigenéticos (FE)**, que interactúan con las histonas y también sobre el ADN, modificando la expresión de los genes, silenciándolos o activándolos.

La **epigenética** es la ciencia que estudia los cambios relacionados con la expresión de los genes, los cuales no están vinculados con una mutación

en la secuencia del ADN. La forma en la que están dispuestos estos FE en la cromatina conforma un «patrón epigenético» que regula la expresión de los genes y, por ende, define el fenotipo de un organismo.

Los patrones epigenéticos normales garantizan la integridad y la correcta diferenciación celular o expresión génica; sin embargo, algunos patrones epigenéticos «anormales» pueden generar cambios en genes asociados con la supresión de tumoración y dar paso a la aparición del cáncer.

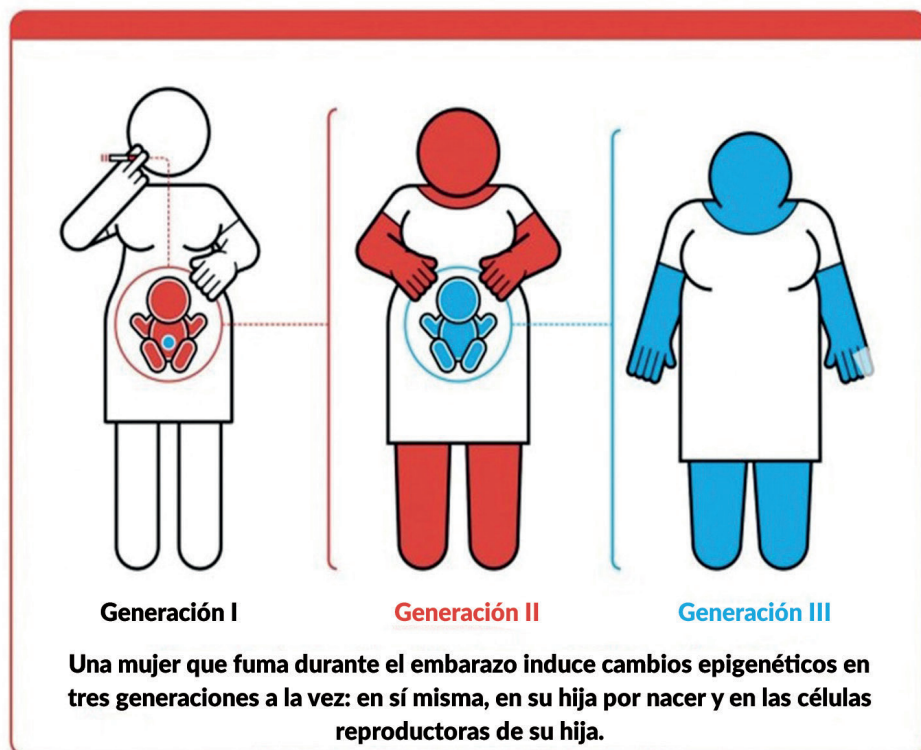


Figura 3. Efecto generacional de los factores epigenéticos de una mujer fumadora en tres generaciones.

Ilustración: Jude Buffum, traducida por Shanti Turbi.

Fuente: <https://www.harvardmagazine.com/2017/05/is-epigenetics-inherited>



Miles de pacientes con diversas patologías genéticas y hereditarias provenientes de todo el país han sido diagnosticados y han recibido consejería genética desde la fundación de la UGM hace 43 años. Igual cantidad de estudiantes de Medicina de las más importantes universidades dominicanas y de los programas de residencias médicas del país han rotado por la UGM y han recibido orientación o capacitación en temas relativos a enfermedades y desórdenes genéticos humanos.



- **Investiga e indica** cuáles factores epigenéticos pueden ser identificados en algunos de los alimentos que consumimos.
- **Describe** cómo iniciaron los estudios de epigenética, indica en qué población del planeta se llevó a cabo el estudio y en qué año.



- Identifica de manera correcta situaciones o acciones de riesgo para su salud y el medio ambiente.
- Planifica acciones efectivas que promuevan el cuidado de su salud y del medio ambiente.

Organismos transgénicos: aquellos cuyo ADN ha sido modificado debido a su recombinación con genes de otras especies.

Genoma: todo el material genético contenido en una célula o en un organismo.

Ingeniería genética y tecnologías del ADN

¿Qué «creamos» con la ingeniería genética? ¿A qué nos referimos cuando hablamos de las tecnologías del ADN? ¿Cuáles son sus aplicaciones?

El término **ingeniería genética** se refiere a un grupo de técnicas vinculadas con la manipulación o modificación de seres vivos a través de sus procesos reproductivos. Este término hacía alusión tanto a la selección artificial, como a la reproducción asistida mediante inseminación artificial, fertilización in vitro y manipulación genética. Sin embargo, para la segunda mitad del siglo XX el concepto había evolucionado y hace referencia a las tecnologías del **ADN recombinante** o **clonación de genes**, mediante las cuales moléculas de ADN de dos o más seres vivos se combinan, ya sea en el interior de las células o *in vitro*, y posteriormente se colocan en el interior de organismos huéspedes capaces de propagarlas. Las tecnologías del ADN recombinante surgieron como resultado del descubrimiento de las **enzimas de restricción** (1968), por el microbiólogo suizo Werner Arber. Un año más tarde, el microbiólogo estadounidense Hamilton Smith purificó las enzimas de restricción **tipo III**, las cuales permitían cortar el ADN en lugares específicos.

La tecnología del ADN recombinante se basa en la inserción de genes foráneos en plásmidos de cepas de *E. coli* usadas comúnmente en los laboratorios. Los plásmidos son estructuras formadas por ADN circular extracromosómico; sus genes pueden expresarse y dirigir la síntesis de proteínas, así como también replicarse y ser parte de la descendencia de la *E. coli*. Entonces, si se incorpora, por ejemplo, un gen de mamífero en una bacteria, los investigadores podrían obtener un incontable número de copias o réplicas de este gen. Si el gen es funcional la bacteria modificada podría expresar la proteína de interés". Con estas técnicas la sociedad moderna ha sido capaz de elaborar medicinas, tales como la insulina; hormonas, vacunas, organismos genéticamente modificados, **organismos transgénicos** (por ejemplo, plantas resistentes a varias enfermedades y plagas, alimentos y una amplia variedad de servicios asociados).

El desarrollo de técnicas y protocolos para la manipulación y modificación del ADN ha permitido el avance en el conocimiento, estructura, función y evolución de los **genomas** de diversos organismos. Por ejemplo, el Proyecto Genoma Humano (1990-2022) permitió secuenciar el 99.9 % los genes de nuestra especie. A partir de esta información un equipo de investigadores del consorcio «Enciclopedia de Elementos del ADN»

(Encode), realizó los estudios de «asociación completa de todo el genoma» (GWAS, por sus siglas en inglés), con el fin de identificar las regiones funcionales del genoma humano. Gracias a este proyecto, los científicos pudieron determinar que el 75 % de las secuencias del genoma humano -que antes se designaban «ADN basura»- son regiones no codificantes que poseen genes relacionados con funciones bioquímicas. Este estudio generó valiosas informaciones con aplicaciones potenciales en el campo de la medicina y el tratamiento de múltiples enfermedades genéticas.

La tecnología de última generación es el CRISPR-Cas-9, que permite la edición y modificación de genes, con lo cual podríamos obtener rasgos deseados, incluyendo la curación de algunas enfermedades. Esta técnica está basada en los mecanismos de defensa de las bacterias ante el ataque de los virus. Actualmente las investigaciones para el uso de CRISPR-Cas-9 en humanos están en diferentes fases de investigación clínica, algunas de ellas están orientadas a la curación de la anemia falciforme.



Figura 4. Experimento de biotecnología con ciencia química.
Fuente: <https://img.freepik.com>

- **Indica** cuáles usos tienen las técnicas de clonación en el área de las ciencias de la vida.
- **Describe** cómo se realiza actualmente la detección viral en muestras biológicas. **Cita** varios ejemplos de cuáles enfermedades podemos detectar.



Figura 5. El Laboratorio de Investigación de Enfermedades Emergentes y Biología Molecular UCE está localizado en la Universidad Central del Este (UCE), en San Pedro de Macorís. Fue inaugurado el 11 de noviembre del 2019 como parte del convenio de colaboración entre la Rama Médica de la Universidad de Texas (UTMB) y la Universidad Central del Este (UCE). Entre los objetivos más importantes de esta institución podemos señalar la detección molecular de virus emergentes y el diagnóstico de enfermedades febriles indiferenciadas.



- Formula efectiva y sistemáticamente sus argumentos basados en evidencias biológicas.
- Analiza el impacto del desarrollo de la ciencia y la tecnología en nuestra sociedad.

Aa

Especies exóticas e invasoras: son aquellos organismos que no pertenecen a un ecosistema dado, pero que al ser introducidos a este amenazan su biodiversidad.

Endémica: aquella cuya distribución está restringida a una sola zona geográfica.

Recursos genéticos

¿A qué nos referimos cuando hablamos de «recursos genéticos» y a quién pertenecen estos recursos? ¿Qué es una especie invasora? ¿Por qué crees que la biodiversidad de una nación es importante internacionalmente?

Los recursos genéticos: riqueza natural y patrimonio cultural

La Tierra alberga miles de formas de vida como resultado de millones de años de evolución. La diversidad biológica o biodiversidad se verifica al observar la variabilidad de especies, con la subyacente variabilidad genética (recursos genéticos), así como también la variabilidad de ecosistemas. Debido a la importante cantidad de servicios ecosistémicos que provee la naturaleza para satisfacer nuestras necesidades básicas (alimentación, refugio y medicinas, entre otras), nos atrevemos a asegurar que la biodiversidad representa nuestra mayor riqueza.

Cada ecosistema y cada organismo del planeta representa una parte de la historia natural de la Tierra, cada uno de los seres vivos que habita en estos espacios está adaptado a dicho ambiente y cumple un papel en el complejo entramado de las relaciones ecológicas que sustentan la vida. Por esta razón, la presencia de organismos foráneos a los ecosistemas, es decir **especies exóticas** y potencialmente **invasoras**, representa una de las mayores amenazas a la biodiversidad. Estas especies carecen de depredadores naturales y son altamente competitivas frente a las especies nativas y **endémicas** logrando, en muchos casos, desplazarlas.

Por otra parte, además de su importancia en los ecosistemas, algunos organismos producen metabolitos con potencial curativo convirtiéndolos en candidatos para la bioprospección, sobre todo por parte de empresas farmacéuticas. La búsqueda activa de biomoléculas de importancia terapéutica o cosmética que provienen de organismos nativos o endémicos, con el propósito de asignarle un valor comercial para la creación de productos medicinales o estéticos, entre otros, se denomina bioprospección. La identificación y localización de estos organismos es suministrada por las poblaciones indígenas o nativas en lugares con alto grado de endemismo y biodiversidad.

En ese sentido, y a fin de garantizar la protección de la biodiversidad y el conocimiento ancestral de las poblaciones nativas y los pueblos indígenas contra saqueos, y retribución injusta o nula por sus aportes se idearon dos acuerdos internacionales: el «Convenio sobre la Diversidad

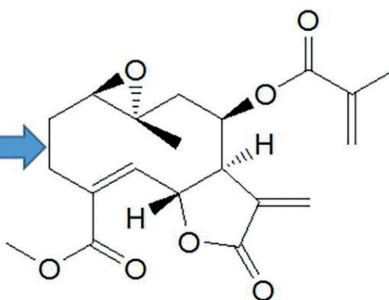


Figura 6. **Barcode of Life Datasystems** (BOLD): Sistema para identificación rápida de especies basada en la codificación de barras genéticas utilizando la secuencia de ADN mitocondrial (ADNmt en animales y hongos y ADN cloroplástico en plantas (ADNcl). Este sistema es una herramienta utilizada para la detección rápida de especies invasoras. La sede de BOLD es la Universidad de Guelph en el Instituto de Biodiversidad de Ontario BIO, Guelph, Canadá.
Fuente: <https://www.boldsystems.org/>

Biológica» (1992), y el «Protocolo de Nagoya sobre el acceso a los recursos genéticos y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de su utilización del Convenio sobre la Diversidad Biológica» (2010), o simplemente «Protocolo de Nagoya», para regular y asegurar el desarrollo sostenible de toda la biodiversidad, englobando ecosistemas, especies y recursos genéticos, además de la repartición de bienes asociados al uso de los mismos para las partes involucradas, evitando así su explotación.



Koanophyllon gibbosum



Koanolide A (1)

Figura 7. *Koanophyllon gibbosum*, una especie endémica de La Española. En 2022 Quirico A. Castillo, un químico investigador de la Escuela de Química de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), descubrió y aisló la molécula Koanolide A, una de las primeras patentes de línea farmacéutica del país. Este compuesto está asociado con propiedades anticancerígenas y es de gran interés nacional por sus posibles aplicaciones en tratamientos para la reducción de ciertos tipos de tumor.

Fuente: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:133529-2>

El país ejecutó el Proyecto de Desarrollo del Marco Nacional sobre Bioseguridad en la República Dominicana con el objetivo de trabajar el marco regulatorio sobre bioseguridad. Este proyecto fue coordinado por David Hernández-Martich, Ph.D., biólogo-genetista e investigador, durante el período 2003-2005. La ley sobre la bioseguridad de la biotecnología fue uno de los frutos más esperados de esta iniciativa.



- **Investiga y pregunta** a tus padres o abuelos cuáles son las plantas o los animales que se usan en comunidades de origen para el tratamiento de alguna enfermedad o dolencia.
- **Identifica** los ingredientes de algún remedio casero que hayas consumido y luego verifica si en algunos de los componentes de ese remedio hay alguna molécula que se utilice en medicamentos farmacéuticos.



Figura 8. Departamento de Recursos Genéticos y Bioseguridad, Viceministerio de Áreas Protegidas y Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana. Su misión es velar por la conservación de la biodiversidad y su uso sostenible mediante las regulaciones de acceso a recursos genéticos y beneficios compartidos, la aplicación de medidas de bioseguridad y el control y erradicación de especies exóticas invasoras que impactan la biodiversidad.

Fuente: <https://presidencia.gob.do/>



- Realiza un análisis apropiado relativo al desarrollo científico y biotecnológico, así como del impacto de la biología y la medicina en nuestra sociedad.
- Identifica de manera correcta situaciones o acciones de riesgo para su salud, el medio ambiente o el desarrollo sostenible.

Identifico contaminantes químicos y físicos en mi cuerpo

Luego de revisar la literatura, identifiquen los contaminantes químicos y físicos presentes en los siguientes renglones:

- Después de realizar una revisión bibliográfica, generen listas de **contaminantes químicos y físicos** presentes en alimentos, cultivos, artículos de higiene personal, cosméticos y en el área de la salud utilizando la tabla que se ofrece a continuación.
- Posteriormente, **identifiquen** y **elaboren** una lista con los alimentos, cultivos, artículos de higiene personal y cosméticos que se consumen y utilizan en sus hogares. También identifiquen en cuáles intervenciones, en el área de la salud, ustedes pudieron haber estado expuestos a algún tipo de contaminante, como por ejemplo radiación por rayos X.

Enumeren los artículos o servicios señalados: **alimentos** procesados y sin procesar (cultivos como víveres, hortalizas, frutas), artículos para la **higiene y cuidado personal** (pasta dental, jabones, cremas, champús, acondicionadores, etc.); **cosméticos** (maquillajes, tintes, alisados, permanente, etc.). En lo que respecta a **salud y entorno**, deben registrar el tiempo de exposición a la luz solar o a rayos X (por estudios de imágenes, etc.). Los grupos se distribuirán las categorías, por ejemplo: Grupo A: alimentos y cultivos; Grupo B: Higiene personal y cosméticos; Grupo C: Salud y entorno, exposición a rayos X, terapias químicas, industrias...

- Verifiquen los contaminantes o genotóxicos que pudieran estar presentes en los artículos asignados a su grupo. La fuente básica para obtener esta información es la lectura de las **etiquetas de los productos**, en las que se especifican los ingredientes o compuestos presentes en cada uno. En el caso de los cultivos, investiguen los agroquímicos y pesticidas que se utilizan con más frecuencia en nuestro país y qué regulaciones existen para el uso controlado de tales productos.

Luego de revisar la literatura identifica los contaminantes químicos y físicos presentes en los siguientes renglones:

	CONTAMINANTES QUÍMICOS	CONTAMINANTES FÍSICOS
ALIMENTOS		
CULTIVOS		
HIGIENE		
COSMÉTICOS		
SALUD/ ENTORNO		

Evaluación

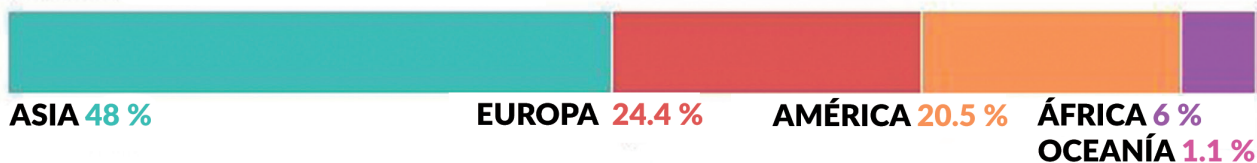
El cáncer es una enfermedad en la que células del cuerpo se descontrolan y crecen de forma desmesurada. A pesar de que puede haber cierta predisposición a padecerlo debido a factores genéticos, el ambiente influye significativamente en su potencial aparición.

- **Investiga** cuales son los tipos de cáncer más frecuentes en la República Dominicana.
- **Indaga** sobre los factores ambientales que están asociados con estos tipos de cáncer. ¿Has identificado algunos de estos factores en tu comunidad?
- ¿Podrías sugerir algunas medidas para prevenir el cáncer?

Con la información recopilada, **realiza** un informe incluyendo las estadísticas obtenidas (si aplica), con respecto a un cáncer de tu interés. Incluye las posibles causas ambientales y que hábitos podemos incorporar en nuestro diario vivir para evitarlo.

Distribución del cáncer por región

Nuevos casos: 14.1 millones



Número de muertes: 8.2 millones



Fuente: Globocan

Fuente: https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/02/160203_cancer_graficos_impacto_men

Coevaluación

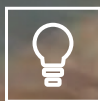
- En grupos de cinco estudiantes, **completen** en su cuaderno la siguiente rúbrica.

Criterios	Nunca	A veces	Regularmente	Siempre
Propone ideas acordes al tema en las actividades.				
Reúne información de fuentes confiables y verídicas.				
Elabora respuestas a las preguntas propuestas en clase de manera lógica y correcta.				

Autoevaluación

- **Completa** en tu cuaderno la siguiente rúbrica.

Criterios	Nunca	A veces	Regularmente	Siempre
Identifico factores ambientales que pueden afectar la estructura de mi ADN y su expresión.				
Entiendo la importancia de los recursos genéticos de mi país como una importante fuente de riqueza.				
Conozco cuáles son las tecnologías del ADN más novedosas.				
Diferencio los tipos de enfermedades hereditarias y sus efectos en la salud humana.				



Competencias Específicas

- Se comunica utilizando el lenguaje científico y tecnológico fundamental de la biología que implica ideas, leyes, modelos y procesos.
- Ofrece explicaciones y estrategias científicas y tecnológicas a problemas y fenómenos naturales relacionados con los fundamentos de la biología.
- Se cuestiona e identifica problemas situaciones, y construye una explicación utilizando conceptos, modelos, leyes, teorías y procesos fundamentales de la biología y la biotecnología.
- Aplica diversos procedimientos científicos y tecnológicos para solucionar problemas o dar respuestas a fenómenos naturales relacionados con los fundamentos de la Biología.
- Gestiona actitudes intelectuales, emocionales y conductuales proactivas al desarrollo de suproyección personal y profesional desde la biología, biotecnología.



Unidad 5

Evolución: el origen de la biodiversidad

Situación de aprendizaje

Santo Domingo de Guzmán, fundada en 1496, es la primera ciudad del Nuevo Mundo. En aquella época se construyeron edificaciones, muchas de las cuales forman parte de nuestra Ciudad Colonial; son huellas de la historia. De esta misma forma, podemos conocer la historia natural de la Tierra gracias a los remanentes de algunos de los organismos que existieron en ella hace mucho tiempo, llamados fósiles. A partir de esta información, los estudiantes investigarán cuáles son los lugares de la República Dominicana donde se han localizado fósiles y presentarán sus hallazgos en un espacio designado en el salón de clases.

Contenido

- Biología y pensamiento evolutivo
- La Tierra primitiva y el origen de la vida
- Evidencias y huellas de la evolución
- Eras geológicas y paleobiología de La Española
- Selección natural y especiación
- Actividad grupal: ¡Estudiemos filogenia y seamos biólogos evolutivos!
- Evaluación

Foto: Miguel Landestoy.

Paleontología sistemática: rama de la paleontología que se ocupa de la clasificación y la sistemática de los organismos extintos basándose en el registro fósil.

Selección natural: mecanismo por el cual los organismos que presentan características adaptativas favorables a su ambiente se reproducen exitosamente con mayor probabilidad.

Biología y pensamiento evolutivo

¿A qué nos referimos cuando hablamos de evolución biológica?
¿Es posible observar alguna evidencia de la evolución en una población actualmente?

La vasta diversidad que observamos en nuestro planeta ha sido el resultado de miles de millones de años de evolución. Se estima que la vida en la Tierra surgió hace aproximadamente 3.5 billones de años. Sin embargo, ocurrió una explosión de diversidad que originó muchas líneas de organismos multicelulares que dieron lugar a nuestros animales modernos.

La evolución es una de las características de los seres vivos y se refiere a la capacidad que poseen todos ellos de cambiar a lo largo del tiempo. Es importante destacar que este cambio no se refiere al que ocurre en un individuo durante su vida (ontogenia), sino a los que se verifican en una población. La **evolución biológica** es el conjunto de cambios heredables que ocurren en una población de una generación a otra.

El abordaje de la evolución por filósofos y científicos ha ido cambiando con el paso del tiempo. El primero en plantear una hipótesis sobre el origen y la diversidad de los organismos fue Aristóteles (384-322 a.C), quien propuso la existencia de formas de vida imperfectas que «avanzaban hacia un estado más perfecto y complejo»; sin embargo, no propuso un proceso natural para explicarlo.

En los años 1800, como contraposición al **fijismo** de las especies biológicas (teoría en la que se consideraba que los organismos eran inmutables y la biodiversidad era atribuida a intervención divina), Jean Baptise de Lamarck propuso que los organismos desarrollaban variación a lo largo de su vida como consecuencia de algún factor biológico y que estas características adquiridas eran heredables (**transformismo**). En su planteamiento, Lamarck tomó como ejemplo el cuello largo de las jirafas. Propuso que originalmente estas tenían cuello corto y que con el continuo estiramiento para alcanzar ramas altas y alimentarse, este se fue alargando.

Aunque la teoría de Lamarck perduró por muchos años en el pensamiento de los estudiosos de la época, carecía de fundamento debido a que su propuesta no explicaba de qué forma podían heredarse los caracteres adquiridos a las siguientes generaciones. Posteriormente, los trabajos de Mendel sobre la transmisión de los caracteres hereditarios, basados en los «factores de la herencia», desplazaron definitivamente la teoría de Lamarck.

Años después, Charles Darwin publicó su obra maestra *El origen de las especies* (1859) en la que propuso la selección natural como el motor que impulsa la evolución y la razón del surgimiento de nuevas especies, generando variabilidad a partir de ancestros comunes gracias a la distribución geográfica, disponibilidad de recursos y factores ambientales, pero no como una meta hacia el «estado más perfecto ni complejo», como pensaba Aristóteles, sino más bien a la supervivencia del más apto en un ambiente determinado. Alfred. R. Wallace también llegó a la misma conclusión de forma independiente.

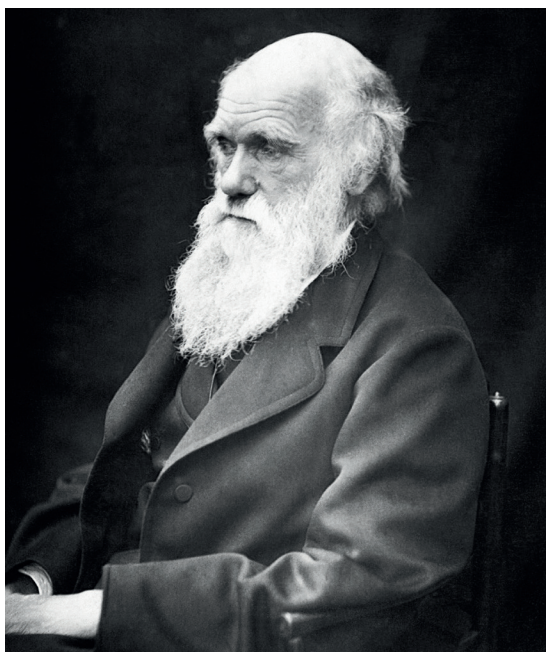


Figura 1. Charles Darwin. Biólogo inglés y uno de los más importantes exponentes de la teoría de la selección natural, que explica el mecanismo mediante el cual los seres vivos evolucionan.

Fuente: <https://pixabay.com>

La teoría de evolución darwiniana, sumada a los principios de la herencia mendeliana, dio como resultado la teoría sintética o la **teoría moderna de la evolución**, que incorpora conocimiento de **paleontología sistemática**, de biología del desarrollo, biología molecular y ecología para explicar los factores determinantes de la **selección natural**. Uno de los fundadores fue el genetista y evolucionista Theodosius Dobzhansky, quien sostenía: «Nada en biología tiene sentido excepto a la luz de la evolución».



- **Investiga** qué otras líneas del pensamiento evolutivo han existido.
- **Compara** la teoría de la evolución de Lamarck con la teoría sintética de la evolución. ¿Cuáles son las diferencias más importantes?



- Interpreta de manera precisa el lenguaje científico y tecnológico considerando las ideas básicas y procesos científicos de la biología evolutiva, así como su contexto y su alcance, asumiendo una posición crítica ante información o proceso pseudocientífico.
- Formula efectiva y sistemática sus argumentos basados en evidencias biológicas.

Protobionte: estructura molecular orgánica que pudo haber evolucionado hasta ser precursora de los primeros seres vivos. Se considera precursora de las células procariotas.

Presión selectiva: cualquier factor que aumente o reduzca el éxito reproductivo de una especie y por lo tanto, que module la selección natural.

La tierra primitiva y el origen de la vida

¿Qué aspecto crees que tenía el ambiente terrestre en sus orígenes? ¿Cuáles crees que eran las condiciones mínimas para que la vida pudiese existir?

Basados en los registros fósiles, se estima que los primeros organismos que poblaron la Tierra surgieron hace alrededor de 3.5 billones de años. Múltiples teorías intentan explicar la aparición de la vida en la Tierra, entre las que destaca el origen abiótico o la evolución química de la vida. Esta teoría propone la existencia de una «sopa primitiva» a partir de la cual se formaron biomoléculas en la superficie del planeta. Fue propuesta por Aleksandr Oparin y John Haldane y fue puesta a prueba mediante un experimento realizado por Stanley Miller y Harold Urey, quienes construyeron un sistema cerrado simulando las condiciones iniciales de la Tierra, generaron una atmósfera con H_2 , CH_4 , H_2O y NH_3 y luego lo expusieron a cargas eléctricas, que representaban tormentas. El ensayo resultó en la formación espontánea de aminoácidos y otros monómeros orgánicos.

Otra importante teoría acerca del origen de la vida es la teoría de las fisuras o fuentes hidrotermales, que plantea el surgimiento de la vida en el fondo marino, próximo a estas fuentes. La hipótesis se basa en la presencia de compuestos químicos sulfurados procedentes del interior de la Tierra, a partir de los cuales los organismos podrían obtener energía por quimiosíntesis. Una de las evidencias más robustas que soportan esta teoría es la presencia de organismos extremófilos que sobreviven en estos ambientes hostiles, tales como las arqueas.

Una vez planteado el origen de las moléculas, ¿cómo entonces se pudo ensamblar la primera célula? Sidney W. Fox planteó a las microesferas como los **protobiontes** precursores de las células modernas. Estos presentan muchas características propias de la vida, como la capacidad de dividirse luego de alcanzar cierto tamaño, de regularse (homeostasis), de organizarse y de absorber otras moléculas orgánicas pequeñas (nutrientes) con permeabilidad selectiva.

En los protobiontes también se puede inferir cómo surgió el metabolismo celular. Las transformaciones energéticas y el flujo de información molecular de ADN hasta proteína es un sistema muy especializado que ha ido perfeccionándose a través de millones de años de evolución. Al considerar qué molécula pudiese ser la precursora, esta se considera un «mundo ARN» donde el ARN surge gracias a las propiedades químicas de la tierra prebiótica.

Se ha demostrado que el ARN tiene la capacidad de autorreplicarse con las condiciones apropiadas y que algunos tienen propiedades catalíticas (ribosomas). Es posible que se copiaran y mutaran por la radioactividad, siendo expuestas también a selección natural resultando en diferentes tipos de ARN particularmente eficientes para reacciones catalíticas. La síntesis de proteínas ocurre gracias a las propiedades de los diversos tipos de ARN (mensajero, ribosomal y de transferencia), entre otros

El ADN moderno viene posiblemente de la síntesis de hebras bicatenarias de ARN hibridadas que, gracias a **presión selectiva**, quedaron como portadoras de información por su estabilidad y por ser menos reactivas. Así se estableció el flujo de información molecular que conocemos como el dogma central de la biología molecular.

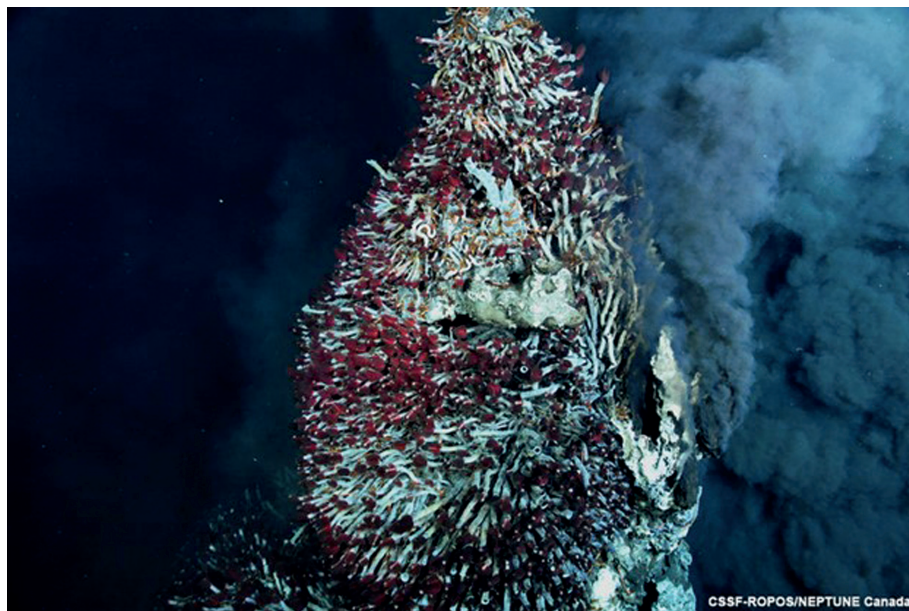


Figura 2. Esta fuente hidrotermal negra y su pináculo están cubiertos por gusanos tubícolas (*Ridgeia piscesae*), adaptados a las condiciones extremas y que se alimentan de bacterias quimiótrofas.

Fuente: Foto tomada desde el Endeavour en la exploración de la cresta Juan de Fuca (2130 m) el 23 de julio de 2011. <https://www.flickr.com/photos/neptunecanada/6881919606>



- **Describe** las fuentes hidrotermales del Castillo de Loki y su importancia en el estudio del origen de la vida en la Tierra. **Señala** en un mapa la ubicación de este lugar.
- **Indica** cuáles fueron los hallazgos realizados por los científicos en este lugar con respecto a nuevas formas de vida.



Figura 3. Pictografías en la Reserva Antropológica Cuevas del Pomier, San Cristóbal, República Dominicana. Estas cuevas conservan una importante colección de pictografías y arte rupestre de la época prehispánica. Foto: Gustavo A. Jorquera Pérez.



- Formula, analiza y evalúa pertinentemente las evidencias que dan respuestas a problemas y fenómenos asociados con explicación de la biología, comprendiendo el alcance biología, comprendiendo el alcance de los conceptos, modelos, principios, teoría y leyes.

Aa

Radiometría: método de determinación de la edad de material de origen orgánico basado en la medición de elementos radiactivos de vida corta o de la cantidad de un elemento radiactivo de vida larga.

Filogenia: área de la biología que se ocupa del estudio de las relaciones de parentesco entre los seres vivos.

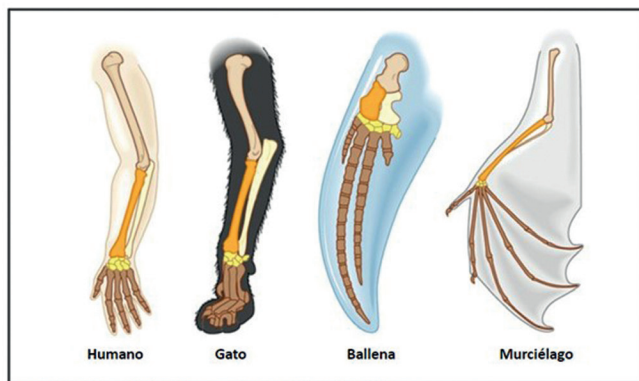
Evidencias y huellas de la evolución

¿Sabes cómo los científicos determinan la edad de un fósil? Aparte de los fósiles, ¿de qué otros recursos disponemos para conocer la historia evolutiva de los seres vivos en la Tierra?

El registro fósil nos relata la historia evolutiva de los seres vivos que han existido sobre la faz de la Tierra y es la única fuente de información de las formas de vida extintas. Los fósiles se definen como restos o rastros de un organismo generalmente preservado en roca o en resina petrificada. Los fósiles de los primeros organismos de la Tierra son restos de cianobacterias, que se fueron acumulando en capas hasta formar columnas denominadas estromatolitos. La ciencia encargada del estudio de la vida ancestral a través del registro fósil se denomina **paleobiología**.

Para la construcción del registro fósil se emplean diversas técnicas, una de ellas es la datación por **radiometría**. También se pueden aplicar técnicas moleculares a fósiles particularmente bien conservados en rocas sedimentarias, **ámbar** (figura 5), u otros medios como **turbas** (carbón fósil), cuyas condiciones anóxicas (carentes de oxígeno) evitan su descomposición.

Las evidencias de la evolución son numerosas. Más allá del registro fósil existen otras pruebas como son las homologías. Los estudios sobre **anatomía** y **embriología** comparada realizados por Darwin y otros estudiosos mostraban el nivel de parentesco entre algunos seres vivos. Ambas ciencias estudian las **homologías**, (figura 4), similitudes de estructuras de organismos pertenecientes a diferentes especies como resultado de poseer un ancestro común. Un ejemplo común de homología es que todos los tetrápodos (organismos de cuatro extremidades) exhiben variación en su miembro pentadáctilo (cinco dedos).



Copyright Pearson Education, Inc., Publishing as Benjamin Cummings

Figura 4. Homologías morfológicas: estructuras que se asemejan entre sí en distintas especies, lo que pudiera sugerir un ancestro común.

Fuente: http://corse-scottsbiozone.weebly.com/uploads/4/4/9/6/4496747/evo_bio_station.pdf (Traducido por Shanti Turbi C.).

Bb

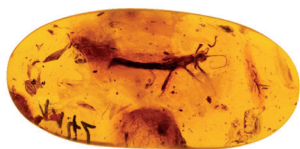


Figura 5. El ámbar es una resina fósil. El ámbar dominicano proviene de un árbol ya extinto denominado *Hymenaea protera* que existía hace cuarenta millones de años. Es popular entre biólogos evolutivos de todo el mundo, ya que al ser casi transparente, deja ver inclusiones fósiles.

Fuente: <https://visitadominicana.com/puerto-plata/museo-del-ambar-dominicano/>

Se asume que aquellos individuos con cierto grado de semejanza proceden de un ancestro común; estas características compartidas se denominan homólogas. Debido a que la morfología no siempre es un buen indicador, actualmente se utilizan técnicas de **secuenciación de ADN** para realizar estudios de **genómica comparada**, mediante las que se comparan las secuencias de ADN de los organismos de interés en busca de **homologías moleculares**, que son la base para realizar estudios de **filogenia**. Por ejemplo, el Premio Nobel de Medicina o Fisiología del año 2022 fue otorgado a Svante Pääbo por sus descubrimientos relativos a los genomas de homínidos extintos y evolución humana. Durante el desarrollo de su estudio el Prof. Pääbo comparó el genoma de *Homo sapiens* (el humano moderno) y el de *Homo neandhertalis*, lo que le permitió identificar un nuevo miembro extinto del linaje de la familia de los homínidos, el **Denisovan**, y establecer una nueva disciplina: la **paleogenómica**.



Figura 6. Cráneo de *Antillothrix bernensis* Rimoli (1977), una de las dos especies de monos extintos de La Española. Esta especie fue descrita por el Prof. Renato Rímoli con base en un fragmento del maxilar superior derecho con dos molares, recuperado en la cueva de Berna, Boca de Yuma (La Altagracia). Imagen: Museo Nacional de Historia Natural Prof. Eugenio de Js. Marciano. Foto: Juan Almonte.



- **Explica** cuáles son las condiciones básicas que deben existir en un ambiente para que ocurra una «adecuada» fosilización de los restos de un organismo.
- **Identifica** las diferencias entre los ambientes tropicales y los ambientes templados e indica cuál de ellos es más favorable para que se preserven los fósiles.

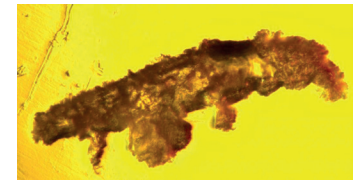


Figura 7. Reconstrucción artística de *Paradoryphoribius chronocarrubeus* en musgos (arriba) y foto del fósil (abajo). El tardigrado fue hallado en una gota de ámbar dominicano. Estos organismos, invertebrados microscópicos, pueden vivir en ambientes extremos (Arte original creado por Holly Sullivan). Fuente: <https://www.ngenespanol.com/animales/descubren-un-tardigrado-conservado-en-ambar-desde-hace-16-millones-de-anos/>



- Utiliza estrategias efectivas en la búsqueda de evidencias para dar respuesta a problemas o situaciones relacionadas con la biología.
- Formula efectiva y sistemáticamente sus argumentos basados en evidencias biológicas.

Fauna antillana: organismos del reino animal nativos o endémicos de las islas del arco antillano.

De las especies de mamíferos de La Española solo sobreviven dos: un roedor (*Plagiodontia aedium*) y un insectívoro (*Solenodon paradoxus*), ambos de interés para la biología evolutiva.



Figura 8. Juan Almonte, encargado del Departamento de Paleobiología y curador del Museo Nacional de Historia Natural Prof. Eugenio de Js. Marciano. Es un reconocido investigador y estudioso de la fauna extinta de La Española. Aquí se muestra sosteniendo el cráneo de *Crocodylus rhombifer* colectado en la Cueva del Pastor, provincia La Altagracia, República Dominicana (agosto de 2021).

Foto: Museo Nacional de Historia Natural Prof. Eugenio de Js. Marciano.

Eras y periodos geológicos - paleobiología de La Española

¿Cómo se puede medir el tiempo que ya pasó? ¿De qué forma el pasado me puede ayudar a entender lo presente?

El hallazgo de restos fósiles y la posibilidad de datarlos utilizando técnicas de radiometría hicieron posible crear un registro fósil que permite a los científicos emplear un sistema cronológico para «navegar al pasado». Para dividir la historia de la Tierra desde su nacimiento hasta la actualidad, se toman en cuenta sucesos relevantes o eventos asociados al surgimiento de nuevas formas de vida, entre otros.

Las unidades utilizadas para dividir el tiempo geológico son la geocronológica (UG) y la cronoestratigráfica (UC). Las UG se dividen en eones (categoría más amplia del reloj geológico). Los tres eones están separados en tres grandes eras divididas en periodos, cada uno representado por grupos fósiles subdivididos en épocas y en edades. Las UC (piso, serie, sistema, eratema, eonotema) son categorías que toman en cuenta los estratos fósiles y líticos (rocas), que se pueden visualizar como capas finas en un cuerpo rocoso.

El arco antillano, que se extiende desde Cuba hasta las Islas Vírgenes, se formó durante la era mesozoica y el período jurásico-cretácico superior. La Española, como parte de este complejo, se originó a partir de la unión de las paleoislands norte y sur, separadas originalmente por un canal marino. El lago Enriquillo y su hipersalinidad son el resultado del agua salina atrapada en medio de ambas.

Los estudios de biogeografía de la región del Caribe señalan que la presencia de organismos en La Española data del Cenozoico. Los especialistas se plantean varias hipótesis sobre el poblamiento de la fauna en las Antillas: la teoría GAARlandia (cresta de las Antillas Mayores o Cresta de Aves) es la más acertada. Establece una conexión entre el arco antillano (que se separó en las islas correspondientes en el Eoceno) y el continente americano, lo que permitió la distribución de especies a mediados del Cenozoico. Se estima que los linajes más importantes de la **fauna antillana** llegaron a la isla través de la Cresta de Aves y están representados en cuatro grupos:

- Roedores capromidos (*Plagiodontia*, *Isolobodon*, *Hexolobodon*)
- Primates pitecinos (monos *Antillothrix*, *Insulacebus*)
- Perezosos megalonichidos (*Megalocnus*, *Parocnus*, *Acratocnus*, *Neocnus*)
- Insectívoros nesofontidos (*nesophontes*)

Tabla 5.4-1. Subdivisiones geocronológicas del tiempo geológico de la Tierra

ERAS GEOLÓGICAS					
EON	ERA	PERIODO	ÉPOCA	TIEMPO	EVENTOS BIOLÓGICOS IMPORTANTES
Fanerozoico	Cenozoica	Cuaternario	Holoceno	(Hace 10,000 de años)	Era de <i>Homo sapiens</i> , origen de plantas herbáceas y reducción de plantas leñosas
			Pleistoceno	2.6 Ma	Extinción de grandes mamíferos y algunas plantas
		Neogeno	Plioceno	5 Ma	Expansión de pastizales y desiertos
			Mioceno	23 Ma	Diversificación de plantas con flores, aves y mamíferos
			Oligoceno	34 Ma	Dispersión de bosques, aparición de simios
		Paleogeno	Eoceno	56 Ma	Plantas con flores y diversificación de mamíferos y aves modernas
			Paleoceno	66 Ma	Diversificación de mamíferos primitivos y plantas semitropicales
	Mesozoica	Cretácico		146 Ma	Surgen plantas con flores y los dinosaurios se extinguen
		Jurásico		200 Ma	Grandes dinosaurios y primeras aves dentadas
		Triásico		251 Ma	Primeros dinosaurios y mamíferos
		Pérmico		299 Ma	Surgen insectos modernos, extinción de muchos invertebrados
	Paleozoica	Carbonífero		359 Ma	Muchas formas de insectos y diversificación de anfibios antiguos, primeros reptiles.
		Devónico		416 Ma	Bosques de helechos, presencia de insectos sin alas y aparecen anfibios
		Silúrico		444 Ma	Aparecen plantas vasculares y artrópodos terrestres
		Ordovícico		488 Ma	Primeras plantas terrestres y peces
		Cámbrico		542 Ma	Época de invertebrados marinos
Proterozoico	Edicárico			600 Ma	Diversidad de algas e invertebrados
	Proterozoico temprano			2500 Ma	Evolución de eucariontes
Arcaico				4600 Ma	Evolución de procariotas, aumento de oxígeno atmosférico

Se muestran los eones desde los más antiguos (en la parte inferior), hasta la actualidad en la sección superior, con los sucesos biológicos más representativos de cada uno.



- **Identifica** cuáles provincias del país se encuentran actualmente en lo que fueron la paleoisla norte y la paleoisla sur.
- **Investiga** qué evento pudo haber generado la unión de ambas paleoislas.



- Utiliza estrategias efectivas en la búsqueda de evidencias para dar respuesta a problemas o situaciones relacionadas con la biología.
- Formula, analiza y evalúa pertinentemente las evidencias para dar respuestas a problemas y fenómenos asociados con explicación en la biología.

Extinción: desaparición de una especie. Este evento sucede cuando muere el último miembro de una especie. Entonces se dice que la especie está extinta.

Población ancestral (o **ancestro común** de dos o más linajes): población originaria a partir de donde divergen los nuevos linajes.

Selección natural y especiación

Sabemos que la biodiversidad se expresa en la multiplicidad de especies, genotipos y ecosistemas, pero ¿cómo surge una nueva especie?

Si observamos los individuos que forman parte de una población podemos notar que son diferentes; estas diferencias se deben a la **variabilidad** propia de los organismos que se reproducen sexualmente. Sin embargo, la fuente básica de variación son las **mutaciones**, cambios aleatorios que ocurren en las secuencias de ADN generando nuevos alelos. Cuando las mutaciones ocurren en células germinales, estas pueden ser heredadas a la descendencia. Dado que la evolución se define como el cambio que experimentan los seres vivos a lo largo del tiempo es importante precisar que, cuando hablamos de tiempo nos referimos a largos períodos y a múltiples generaciones; cuando hablamos de seres vivos hacemos alusión a **poblaciones**, es decir a un grupo de organismos que pertenecen a la misma especie y que habitan en un mismo espacio geográfico.

Las mutaciones no se originan para satisfacer una «necesidad», sino que es un proceso aleatorio que aumenta la variabilidad genotípica y fenotípica, así como también el **acervo genético**, es decir, el número de alelos de todos los genes de la población. Los individuos con una constitución genotípica capaz de expresarse fenotípicamente en un ambiente determinado, y que a su vez le permita sobrevivir y reproducirse exitosamente, serán «seleccionados por la naturaleza», esto es lo denominado **selección natural**. Cuando los individuos heredan a su descendencia esa constitución genotípica exitosa, entonces hablamos de una **adaptación**.

Como hemos visto, la exuberante **biodiversidad** que observamos en la Tierra manifestada en múltiples organismos y ecosistemas es producto de miles de millones de años de evolución. Se estima que los científicos solo han podido identificar 1.8 millones de especies, conteo que incluye a los microorganismos y a los gigantes marinos. Aún existen muchos lugares en nuestro planeta donde los científicos no han logrado acceso, por lo que podríamos desconocer la existencia de muchos organismos. De hecho, no sabemos cuántas especies existen en el planeta en la actualidad, aunque se estima que podrían oscilar entre 4 y 100 millones. Sin embargo, los expertos indican que aproximadamente el 99.9 % de la biodiversidad que ha existido en el planeta Tierra está **extinto**. A pesar de esto, regularmente se reportan nuevas **especies** en diversos lugares del mundo.



Figura 9. Svante Pääbo, premio nobel 2022 por sus «descubrimientos sobre los genomas de homínidos extintos y evolución humana».

Fuente: <https://theconversation.com/nobel-prize-svante-paabos-ancient-dna-discoveries-offer-clues-as-to-what-makes-us-human-191805>

El biólogo evolutivo Ernst Mayr define especie como una o más poblaciones cuyos individuos se aparean generando descendencia fértil, y que no se cruzan con otras especies. Esto se denomina **aislamiento reproductivo**. Una nueva especie surge cuando una serie de «pequeños cambios» o **cambios microevolutivos**, se van acumulando entre individuos de una **población ancestral**, de manera que comienzan a divergir hasta que pierden la capacidad de tener descendencia fértil.

La divergencia o **evolución divergente** es el proceso mediante el cual, a partir de una especie ancestral surgen dos o más debido a presiones evolutivas; la **evolución convergente** es la de especies distantes o no relacionadas con estructuras o funciones similares producto de adaptaciones a ambientes semejantes. Llamamos **especiación** a eventos que suelen tardar millones de años y dan como resultado el surgimiento de una especie. La evolución de las especies y de otros grupos superiores taxonómicos mayores se denomina **macroevolución**.



El Museo Nacional de Historia Natural Prof. Eugenio de Js. Marcano es el centro de investigación y conservación de la biodiversidad de la isla y del Caribe; promueve la educación y divulgación científica y el cuidado ambiental.
Fuente: <https://mnhn.gob.do/>

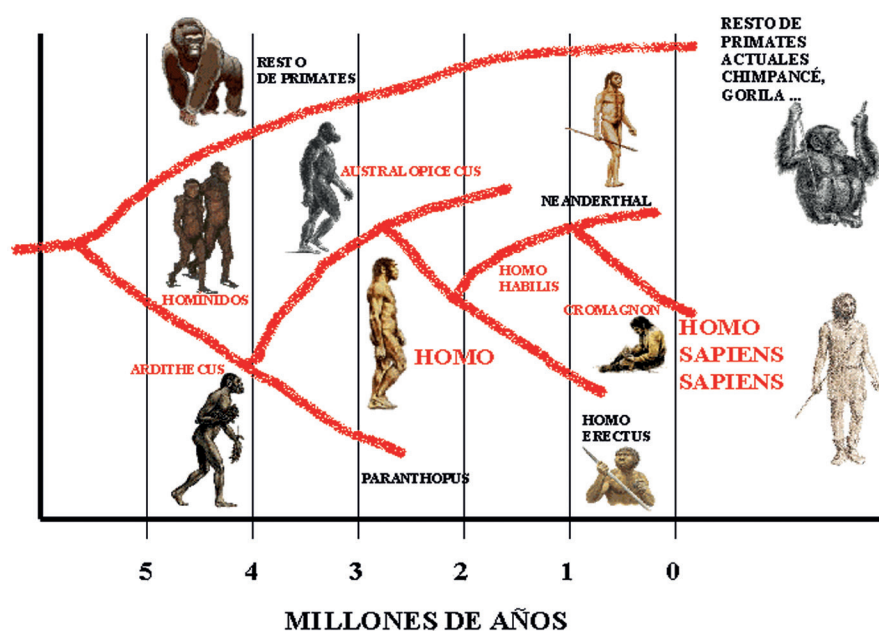


Figura 10. Evolución divergente. El diagrama ramificado se denomina **cladograma** y presenta las relaciones evolutivas (filogenéticas), del orden primates. Las dos líneas rojas (linajes), que salen de un mismo origen (ancestro común de todos los primates antropoideos), muestran cómo la población ancestral de los hominoideos generó dos linajes diferentes: la línea roja superior el linaje de los grandes simios y el chimpancé y la rama roja inferior, el linaje de los homínidos.

Fuente: <http://www.jms7.com/evolucion/crono004.htm>



- **Investiga** qué es el ADN ancestral o antiguo (ADNa) y cuál es su importancia en el estudio de los fósiles.
- **Indica** la relación que observas entre el término ancestro común y la evolución divergente.



- Formula efectiva y sistemáticamente sus argumentos basados en evidencias biológicas.
- Utiliza estrategias efectivas en la búsqueda de evidencias para dar respuesta a problemas o situaciones relacionadas con la biología.

Actividad grupal

¡Estudiemos filogenia y seamos biólogos evolutivos!

Gracias a la paleobiología y al descubrimiento de los fósiles del género *Archaeopteryx* se obtuvo evidencia de la divergencia de los linajes de reptiles y aves a partir de este ancestro común en el Jurásico.

Las aves y los reptiles son grupos muy diversos representados ampliamente en casi todo el planeta. En la República Dominicana, la *Dulus dominicus* (cigua palmera) es el ave nacional, una especie endémica. En la isla Beata se encuentra uno de los dos reptiles más pequeño del mundo (solo 16 mm) el *Sphaerodactylus ariasae*, también endémico de la isla.

Para estudiar la relación filogenética o de parentesco entre estos dos grandes grupos (aves y reptiles) es de vital importancia

describirlos. A continuación, los estudiantes se dividirán en dos grupos y realizarán las siguientes actividades:

1. El grupo 1 describirá las características particulares asociadas a la morfología, fisiología, conducta y reproducción del *Struthio camelus*, el avestruz, que representará el grupo de las aves.



Figura 11. Argus (*Varanus panoptes*).

Fuente: <https://www.flickr.com>

2. El grupo 2 describirá las características particulares asociadas con la morfología, fisiología, conducta y reproducción de una especie de reptil, el *Varanus panoptes*, conocido comúnmente como monitor de manchas amarillas o argus.
3. Los grupos se unirán para intercambiar información y dialogar. Luego compararán las características e identificarán cuáles son las homologías morfológicas entre ambos organismos.
4. Con base en sus hallazgos y tomando como ejemplos el cladograma presentado en el tema de especiación (figura 10) los grupos propondrán un cladograma como hipótesis de las relaciones filogenéticas entre los grupos aves y reptiles.
5. Investiguen qué otros criterios o evidencias, además de homologías morfológicas, se pueden utilizar para plantear la relación entre ambos grupos.

¡Explora! Puedes visitar la base de datos de NCBI y comparar el genoma de alguna especie de ave y reptil para observar posibles homologías moleculares.

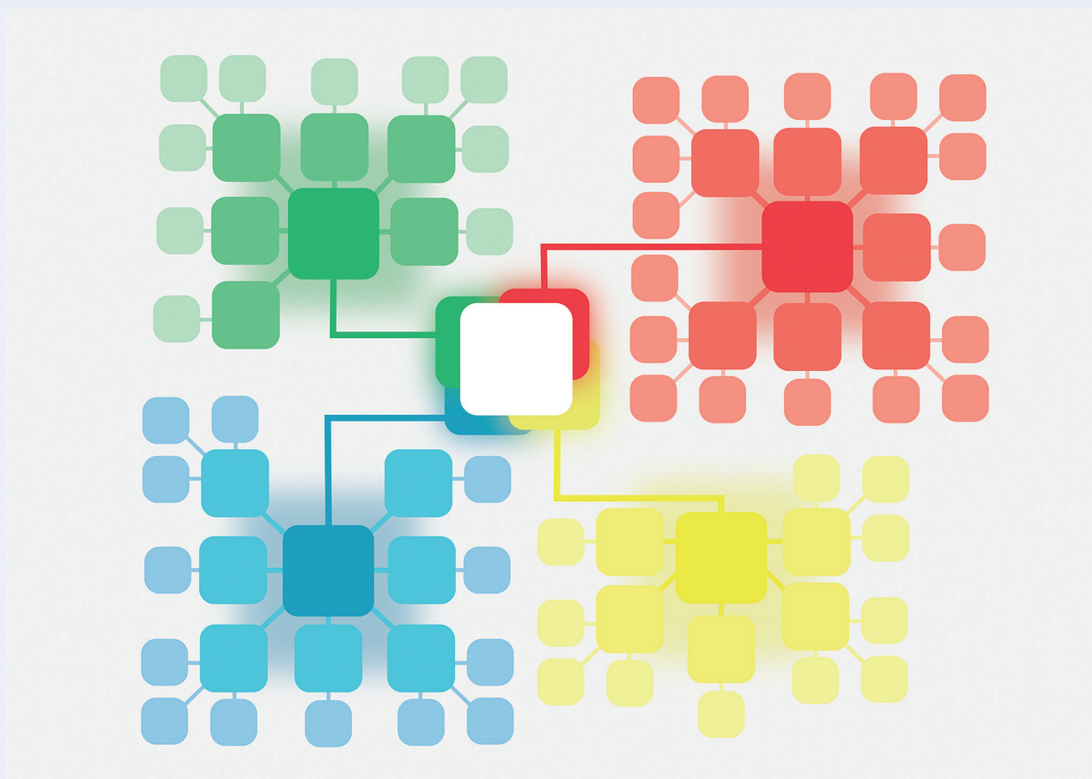


Figura 12. Un macho adulto de *Sphaerodactylus ariasae*, el reptil endémico de La Española y el más pequeño del mundo (16 mm), está reportado en la isla Beata.

Foto de © Daniel Scantlebury. <https://photocontest.smithsonianmag.com/photocontest/detail/an-adult-male-sphaerodactylus-ariasae-the-smallest-gecko-and-the-smallest-a/>

Evaluación

- **Elabora** un mapa mental con los conceptos clave tratados en la unidad, desde las líneas del pensamiento evolutivo, las ciencias relacionadas con el estudio de la biología evolutiva y los mecanismos de evolución. Puedes incluir algunas imágenes alusivas al tema para que sea más representativo.
- **Escoje** una especie de tu interés, ¡pueden ser animales, plantas, hongos, bacterias o arqueas! y establece las relaciones filogenéticas con sus grupos más cercanos. **Esquematiza** las relaciones filogenéticas mediante cladogramas.



Ejemplo de mapa mental.

<https://pixabay.com/es/illustrations/mapa-mental-mapa-rectángulos-6238107/>

Coevaluación

- **Completen** en su cuaderno, tomando en cuenta el trabajo realizado por su equipo:

Criterios	Nunca	A veces	Regularmente	Siempre
Sintetiza información de manera concisa y acorde al contenido.				
Organiza tareas para la planificación de trabajos grupales.				
Colabora con la creación de material de apoyo.				
Analiza el contenido y llega a conclusiones lógicas y acertadas.				

Autoevaluación

- **Evalúa** tu aprendizaje en tu cuaderno.

Criterios	Nunca	A veces	Regularmente	Siempre
Conozco las bases de la teoría evolutiva basada en la selección natural propuesta por Charles Darwin.				
Identifico algunas técnicas para la datación de fósiles.				
Diferencio los distintos mecanismos evolutivos que impulsan la especiación.				
Explico la teoría de la población de especies en las Antillas asociadas al origen geológico de la isla La Española.				

Biodiversidad y conservación de las especies de mi provincia

Introducción

La **biodiversidad** del planeta está siendo amenazada constantemente por acciones que atentan en su contra. La pérdida y fragmentación de hábitats, la introducción a nuestro territorio de especies exóticas e invasoras, la explotación desmesurada de los recursos naturales y la contaminación ambiental son las principales causas. Las consecuencias de las acciones humanas se reflejan no solo en la **pérdida de la biodiversidad**, sino también en el cambio climático, que a su vez empeora esta situación. Al observar lo que está ocurriendo nos daremos cuenta de que la pérdida de la biodiversidad se convierte en una amenaza para **nuestra** propia **seguridad como especie**. Debido a esta crítica situación es de vital importancia que cada individuo conozca, valore y proteja la biodiversidad, a fin de que realice y promueva acciones para su conservación.

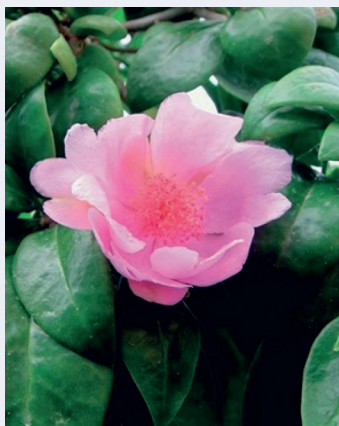
Objetivo

Explorar y conocer la biodiversidad de su región geográfica, de manera particular la de su provincia, con el propósito de contribuir con acciones que promuevan su conservación.

Descripción

El proyecto «**Biodiversidad y conservación de las especies de mi provincia**» consiste en la búsqueda activa de información que permita conocer las características geográficas de la región donde habitan los estudiantes (clima, origen geológico, etc.), lo que les servirá de contexto para conocer la biogeografía de nuestras especies naturales. Los estudiantes identificarán las especies endémicas y nativas de su provincia, luego determinarán su estado de conservación y las amenazas a las que se enfrentan, información que les servirá para realizar propuestas que contribuyan con su preservación.

La biodiversidad de nuestro país es nuestra mayor riqueza, ya que nos provee los servicios ecosistémicos que permiten nuestra subsistencia; por esta razón debemos conocer cuáles son las especies que la conforman, en qué tipo de ecosistemas habitan y qué potencial poseen. Esto nos permitirá inventariar nuestras riquezas, valorarlas y cuidarlas de un modo especial.



Pereskia quisqueyana, rosa de Bayahíbe, especie endémica.
Flor nacional de la República Dominicana.
Fuente: https://imagenes.listindiario.com/files/vertical_main_image/uploads/2011/07/17/643362d450e0a.jpeg

Responsables

La implementación del proyecto estará bajo la responsabilidad de los estudiantes de cuarto grado de secundaria y del docente de Ciencias de la Naturaleza. Podrán participar aquellos docentes, miembros del equipo de gestión y de la comunidad educativa que la clase considere necesarios y que estén en la disponibilidad de hacerlo.

Actividades

1. **Dibujar el mapa geográfico de su región.** Las dimensiones del mapa deben ser 75 cm x 50 cm. En no más de tres páginas deben describir el origen geológico de la región y los datos climatológicos y topográficos (formato 8 ½ x 11, espacio sencillo, Arial 12; debe incluir la bibliografía).
2. **Revisar y recopilar bibliografía de la flora y fauna** de la isla Española, de manera particular de su **región o provincia**. Para obtener la data podrán visitar bibliotecas convencionales o virtuales (incluyendo el **Portal Dominicano de Información Científica, Tecnológica, Humanística y Social**), hemerotecas, el *Atlas de Biodiversidad de la República Dominicana*, realizar entrevistas, etc.
3. **Identificar el estado de conservación de las especies endémicas, nativas de su región o provincia y las situaciones que amenazan sus hábitats.** Utilizar los recursos bibliográficos referidos en el acápite anterior, así como también las entrevistas a expertos y a lugareños.
4. **Sugerir recomendaciones para la conservación** de estas especies con base en su estatus.
5. **Presentar el proyecto en tu escuela**, a fin de divulgar los hallazgos en la comunidad académica y dar a conocer las alternativas para proteger nuestra biodiversidad.

Evaluación

El proyecto se evaluará en dos momentos:

1. **Planificación.** Elaboración de un cronograma de trabajo, de instrumentos para coleccionar la información (formularios, tablas de recogida de datos) y del presupuesto. Evaluarán la factibilidad de la propuesta con base en esta información.
2. **Finalización de la recogida de datos.** En esta etapa los participantes deben evaluar cómo se han realizado las actividades, identificar las dificultades, socializar las experiencias e identificar las oportunidades de mejora.



Culebra verde arborícola del género *Uromacer*, endémica de La Española.

Foto: Sixto J. Inchaústegui



- Produce y comunica efectivamente información científica relacionada con los fundamentos de la biología.
- Planifica y realiza investigación escolar.
- Identifica de manera correcta situaciones o acciones de riesgo para el medio ambiente y el desarrollo sostenible.



Competencias Específicas

- Se comunica utilizando el lenguaje científico y tecnológico fundamental de la biología que implica ideas, leyes, modelos y procesos.
- Ofrece explicaciones y estrategias científicas y tecnológicas a problemas y fenómenos naturales relacionados con los fundamentos de la biología.
- Se cuestiona e identifica problemas y situaciones, y construye una explicación utilizando conceptos, modelos, leyes, teorías y procesos fundamentales de la biología y la biotecnología.



Unidad 6

Ecología, el estudio de la Madre Tierra

Situación de aprendizaje

Una casa es el espacio donde descansamos, renovamos nuestras energías, nos higienizamos, nos recreamos, etc. El lugar donde habitamos forma parte de nuestra vida misma, ya que nos ofrece calor y cobijo. De igual forma, el planeta Tierra es visto por muchas culturas y sociedades como nuestra casa grande, ya que nos provee alimento, refugio, medicinas, en fin... todo lo que necesitamos para vivir. Los estudiantes compartirán esta reflexión y lo que piensan al respecto. Luego escribirán una carta en la que expresarán los sentimientos que les genera cuando piensan en el planeta Tierra e indicarán cómo perciben el lugar en el que habitan.

Contenido

- La ecología y su importancia
- Componentes del ecosistema: factores bióticos y abióticos
- Poblaciones y comunidades: relaciones entre las especies y su entorno
- Ciclos de la materia y energía
- Ciclos biogeoquímicos
- Actividad grupal: ¡Estudiemos el hogar, hagamos ecología!
- Evaluación

Foto Sixto J. Incháustegui M.

Diversidad biológica: variabilidad de los organismos vivos de cualquier clase y en cualquier ecosistema, incluidos los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte.

Hábitat: espacio o lugar donde vive un organismo.

La ecología y su importancia

¿Cómo se relacionan los organismos con su entorno natural?

La **ecología** es la rama de la biología que se encarga del estudio de los seres vivos, sus relaciones entre sí (factores bióticos), y con el medio físico en el que interactúan (factores abióticos), tales como el viento, las precipitaciones, el clima, la temperatura, el pH... Esta rama de las ciencias biológicas es de las pocas que permea otras áreas como geología, meteorología, climatología, oceanología, etc., vinculadas con los factores abióticos y pertenecientes a las ciencias de la Tierra.

Debido a que la especie humana forma parte de los factores bióticos debemos considerar el impacto de sus actividades en el ambiente. Este aspecto relacionado con el hombre y su interacción con el entorno es objeto de estudio de la ciencia ambiental, que tiene una estrecha relación con las ciencias sociales, económicas y políticas. Los ecólogos tratan de explicar situaciones relacionadas con la abundancia y distribución geográfica de especies en las comunidades, su papel en el ecosistema y la importancia de estos para garantizar la salud de la biosfera.



Figura 2. El río Mulito (Pedernales) ha perdido caudal debido a la deforestación de la sierra de Bahoruco.

Fuente: <https://www.accionverde.com/amenazas-sobre-el-rio-el-mulito-y-sierra-de-bahoruco-preguntas-y-respuestas-para-entender-la-situacion/rio-mulito-sin-agua/>



Figura 1. Parque Nacional Los Haitises. Este sistema de mogotes provenientes de roca tipo karst o cárstica rodeados de vegetación, principalmente mangle, no es común en el mundo. La República Dominicana tiene el más grande conocido.

Fuente: <https://www.godominicanrepublic.com/es/poi/marinas-es/atracciones-marinas/samana-es/parque-nacional-los-haitises/>



La palabra ecología fue acuñada por Ernst Haeckel en 1869 y proviene de los vocablos *oikos* (que significa casa), y *logos* (estudio), por lo que, en términos sencillos, la ecología es el estudio de la casa en la que todos habitamos. Es sumamente importante estudiar el medio que nos rodea, las diversas formas de vida en las que se presentan los organismos y cómo las acciones que realizamos pueden afectarlo positiva o negativamente. Los siguientes son algunos de los beneficios vinculados al estudio de la ecología:

- Contribuye al conocimiento de la **historia natural, distribución geográfica (biogeografía) y evolución** de las especies, además de proveer instrumentos que permiten a los científicos realizar predicciones sobre patrones biogeográficos de las especies estudiadas
- Nos permite visualizar y estudiar la **diversidad biológica** que nos rodea y contribuir a su conservación. No se protege lo que es desconocido, por lo que el estudio, a través de la ecología, de la función y estructuración de las especies en los ecosistemas es esencial para su conservación y preservación.
- Nos ayuda a adquirir las herramientas necesarias para comprender, tomar acción e intentar **mitigar y reducir** los efectos del **cambio climático** causado por las acciones humanas como son la **contaminación**, el uso inadecuado del **suelo**, la destrucción de **hábitat** y la pérdida de la **biodiversidad**.
- Sienta las bases para elaborar políticas de **desarrollo sostenible** que contribuyan al crecimiento económico de las poblaciones humana, en armonía con nuestro ambiente, procurando el equilibrio entre el crecimiento económico, la salud y el medio ambiente.

La ecología es la más diversa de las ciencias biológicas; su foco de atención puede orientarse en varias direcciones: local, regional o global, dependiendo de la necesidad y de la pregunta que se haya planteado el investigador.



- **Redacta** en tu cuaderno un breve texto (de no más de 200 palabras) con tu opinión sobre la importancia de la ecología.
- **Describe** en tu cuaderno, de manera breve, cinco problemas que afecten el medio ambiente en tu comunidad.



Los efectos del cambio climático en la República Dominicana son serios. El aumento de la temperatura y la falta de precipitaciones están generando sequías y pérdidas de cultivos, además de provocar mayores arribadas de sargazo, lo que afecta el turismo local. Sumado a esto, los huracanes, cada vez más intensos y frecuentes, están provocando daños en la infraestructura y el desplazamiento de comunidades enteras. Para reducir estos efectos, los países deben de buscar estrategias a fin de asegurar la disminución de los factores que contribuyen a acrecentar los efectos del cambio climático. En nuestro país existen diversos grupos que trabajan en esta dirección como, por ejemplo, el Viceministerio de Cambio Climático y Sostenibilidad del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.



- Utiliza estrategias efectivas en la búsqueda de evidencias para dar respuesta a problemas o situaciones relacionadas con la biología.
- Interpreta de manera precisa el lenguaje científico y tecnológico considerando las ideas básicas y procesos científicos de la biología, así como su contexto y su alcance, asumiendo una posición crítica ante información o proceso pseudocientífico partiendo de problemáticas de ejes temáticos transversales.

Edáfico: relacionado con el suelo, especialmente en lo relativo a las plantas.

Marisma: terreno o ecosistema húmedo por debajo del nivel del mar donde predominan las plantas herbáceas.

Componentes del ecosistema: factores bióticos y abióticos

¿A qué se debe la diversidad de ambientes en nuestro país, desde desiertos hasta montañas con temperaturas bajo cero?

Cada casa cuenta con diferentes espacios y elementos que la conforman, que se organizan para garantizar la armonía entre los habitantes y su entorno. Así mismo, nuestro ambiente se organiza para que los organismos interactúen con su medio físico en los **ecosistemas**. Un ecosistema está conformado por las **comunidades**, conjunto de poblaciones de diferentes especies, que se encuentran en un espacio físico determinado e interactúan entre ellos y este medio.

Los ecosistemas están formados por factores **bióticos** o biocenosis y factores **abióticos** o biotopos. Los primeros son aquellos que están vivos en los ecosistemas, como son flora, fauna, microorganismos como bacterias, arqueas y protistas. El término **biocenosis** fue utilizado por primera vez por el zoólogo Karl August y proviene de la palabra alemana *biocönose* (vida compartida). Esto implica que la biocenosis representa los organismos que se encuentran distribuidos en un área geográfica determinada y que comparten nexos, hábitat y condiciones ambientales. Más adelante analizaremos los tipos de organismos presentes en los ecosistemas y su función.

Las condiciones ambientales y físicas necesarias para la existencia de estos factores bióticos se denominan factores abióticos (a- *sin*; biótico- *vida*) o **biotopos**. En la sección anterior mencionamos el **hábitat** como el espacio natural donde se encuentran los organismos, pero, aunque pareciera que este representa un sinónimo de biotopo, no lo es. El hábitat es el espacio donde vive **una especie** o **poblaciones** de esa misma especie, mientras que el biotopo es el «espacio vital cuyas condiciones ambientales son las adecuadas para que en el se desarrolle una determinada comunidad de seres vivos».



Figura 6.2-1. Aguas Blancas, Constanza, provincia La Vega, República Dominicana.
Foto: Sixto Incháustegui M.

Estas condiciones ambientales y físicas en los biotopos pueden ser de varios tipos: **edáficas** (suelo), **químicas** (aire, agua), **climáticas** (temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, luminosidad, barimetría) o **geográficas** (latitud, altitud).

Dada la variabilidad de biocenosis y biotopos en distintas zonas de nuestro planeta, los ecosistemas se pueden clasificar en cuatro grupos principales: acuáticos, terrestres, mixtos y microbianos.

- Los **acuáticos** se pueden dividir en dos: **marinos** (de agua salada) y **de agua dulce**. Los marinos usualmente se pueden diferenciar en **fóticos** (reciben luz solar), y **afóticos** (no reciben luz solar), mientras que los de agua dulce se pueden diferenciar en **aguas lólicas** (aguas corrientes o que fluyen en un caudal, como los ríos y riachuelos), o **aguas lénticas** (tranquilas, como en lagos y lagunas).
- Los ecosistemas **terrestres**, también conocidos como **biomas**, son los que cuentan con la mayor diversidad de formas y se clasifican según la composición de la flora y fauna presentes en ellos, además de la temperatura, la altitud y la latitud en los que estos organismos habitan. Pueden ser: **bosques latifoliados** (plantas de hojas anchas) y bosques de **coníferas** o **pinos**; **matorrales** (plantas de porte arbustivo o matas); **pastizales** (plantas de tipo herbáceas o hierbas); **tundra** (donde predominan los hongos), **briofitas** (musgos) y **desiertos** (tanto áridos como helados).
- Los **mixtos** cuentan con características presentes tanto en ecosistemas tanto terrestres como acuáticos, son una combinación de ambos. Pueden ser encontrados en forma de **manglares**, **juncuales**, **esteros**, **marismas** y **lagunas de dragos**, entre otros.
- Los **microbianos** representan a aquellas comunidades de bacterias, arqueas y otros organismos que conviven con el medio natural en forma de *biofilm* o película de bacterias (en superficies terrestres) o en el interior de los organismos en forma de microbiota.



- **Busca y escribe** en tu cuaderno la definición de área protegida y **explica** cuál es su relación con los ecosistemas.
- **Enumera** en tu cuaderno al menos tres especies locales que podamos encontrar en ambientes marinos o en ambientes terrestres.

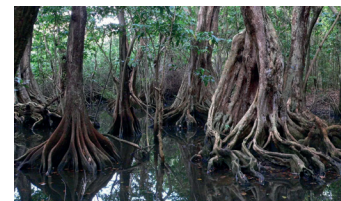


Figura 4. Drago (*Pterocarpus officinalis*). El Parque Nacional Manglares de Bajo Yuna es un ecosistema único en la República Dominicana que incluye la bahía de Samaná, el Parque Nacional Los Haitises y las provincias María Trinidad Sánchez y Duarte. El drago (*Pterocarpus officinalis*), es una especie importante que crece en este ecosistema y puede sobrevivir en zonas pantanosas cerca de la costa, resistiendo inundaciones de agua dulce y salada. Las raíces de este árbol son importantes en la acumulación de materia orgánica y sales, y contribuyen al proceso de secuestro de carbono en los humedales y pantanos. Además, es útil como línea de defensa contra tormentas, disminuyendo el oleaje que puede ir a tierra. A pesar de su importancia, está en peligro debido a la destrucción del hábitat. Fuente: <https://eldia.com.do/el-drago-amortiguador-de-los-embates-huracanes/>



- Analiza pertinentemente las evidencias que dan respuestas a problemas y fenómenos asociados con explicación de la biología, comprendiendo el alcance biología, comprendiendo el alcance de los conceptos.
- Aplica de forma adecuada los conceptos, principios e ideas de la biología presente en problemas y fenómenos asociados a su salud y el medio ambiente, diseñando y aplicando estrategias en la búsqueda de soluciones tanto en términos cualitativos como cuantitativo.

Patrones de dispersión: formas en las que los organismos se agrupan y distribuyen en un área determinada.

Zooxantelas: protistas del grupo de los dinoflagelados fotosintéticos que conviven dentro de los corales o hidrozoos, proveyéndoles de nutrientes a cambio de protección.

Poblaciones y comunidades relaciones entre especies

¿A qué crees que responde el patrón de distribución de las plantas en un bosque?

Los hogares donde vivimos cohabitan con otros formando poblaciones en zonas geográficas que representan nuestra comunidad, barrio, localidad o manzana. De esta misma forma, en el ambiente natural existe una organización en términos de grupos de seres vivos, denominada **niveles de organización ecológica**.

La base de esta organización es el **organismo**, representado por un solo individuo de una especie determinada. Cuando varios individuos de una misma especie se encuentran en una zona geográfica determinada y comparten **nicho**, esta agrupación se denomina **población**. No todos los individuos de una población están agrupados de la misma forma, debido a que existen **patrones de dispersión** diferentes, característicos de cada especie. Pueden ser de dispersión **aleatoria**, **agrupada** (algunos cardúmenes o grupos de peces) o **uniforme** (como algunos pinos en bosques de coníferas).



Figura 5. Bosque de bromelias, cayo de Las Iguanas, laguna de Oviedo, Parque Nacional Jaragua (provincia Pedernales).
Foto Sixto J. Incháustegui M.

Estos grupos de organismos no se encuentran aislados, puesto que varias poblaciones de distintos individuos suelen vivir en ecosistemas altamente variados. Estos conjuntos de poblaciones de especies distintas se denominan comunidades, y suelen utilizar los recursos abióticos de la zona que habitan, además de que cumplen una función en ella. A esto se le considera el nicho de la especie o población.

Debido a que los recursos y los nichos en la naturaleza no son ilimitados, las especies deben encontrar formas de obtenerlos y garantizar su supervivencia, lo que las obliga a interactuar entre ellas en distintas formas. Estas interacciones forman relaciones que pueden ser dañinas o beneficiosas para ellas. Las relaciones pueden de los siguientes tipos:

- **Competencia:** disputa de dos o más individuos por un recurso (como alimento o territorio), o por motivos reproductivos. Puede ser intraespecífica (entre individuos de la misma especie), o interespecífica (entre especies diferentes).
- **Depredación:** ocurre cuando un individuo o especie consume a otra. La especie consumida se convierte en la presa; la que consume, en depredador.
- **Simbiosis:** relación con los mayores beneficios y menores daños de todas en la mayoría de los casos, donde puede existir cooperación para la supervivencia. Este tipo de relación ha permitido nuestra existencia, ya que los organismos multicelulares se han desarrollado y evolucionado a partir de relaciones simbióticas ocurridas hace millones de años. Las relaciones simbióticas pueden ocurrir de distintos modos: **mutualismo** (ambas partes se benefician, como en los líquenes, que son una relación simbiótica entre hongos y algas o corales, donde protistas denominados **zooxantelas** se asocian a animales), **comensalismo** (una parte se beneficia mientras la otra no se perjudica ni beneficia de la misma, como las remoras, peces que se transportan en la superficie de otros), y **parasitismo** (uno de los miembros se beneficia y el otro es afectado, como las chinches y garrapatas).



- **Describe** en tu cuaderno organismos de tu entorno en los que prevalezcan las relaciones de depredación y de competencia.
- **Investiga y desarrolla** en tu cuaderno ejemplos sobre organismos locales que convivan en relaciones simbióticas.



La cigua palmera (*Dulus dominicus*) es el ave nacional de la República Dominicana. Esta especie posee un género y una familia en la que ella es el único miembro. Esta curiosa ave construye grandes nidos comunales en las palmas (de ahí su nombre), hechos de palos y ramitas, que pueden albergar hasta varios cientos de aves. Las demás ciguas pueden colaborar en las tareas de construcción, mantenimiento y protección del nido.

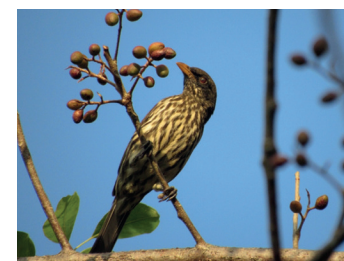


Figura 6. Cigua palmera (*Dulus dominicus*).

Foto: Luis Paulino

https://www.jbn.gob.do/media/k2/items/cache/16fd96deba85a-06311383433f152ed24_L.jpg



- Utiliza símbolos, términos, y definiciones de la biología y tecnológicas de forma adecuadas.
- Formula de forma efectiva y sistemática sus argumentos basados en evidencias biológicas.

Glucosa: azúcar que constituye la principal fuente de energía celular.

Biomasa: cantidad de materia viva en un espacio o momento determinado.

Ciclos de la materia y energía

¿Cuánta energía solar contienen los alimentos que consumes?

El flujo de energía en los ecosistemas pasa de un nivel a otro; allí solo se transfiere el 10 % de la energía de un nivel al siguiente, el resto se dispersa en forma de calor en el ambiente. En cada nivel de la **cadena trófica o alimentaria** participa un tipo de organismos, los cuales describiremos a continuación:



Figura 7. Sargazo (*Sargassum*) en descomposición.
Foto: Sixto J. Inchaustegui M.

El primer nivel del ciclo comienza con los organismos que no dependen de otros para obtener energía. A este grupo se les denomina **organismos autótrofos o productores**; utilizan la energía solar, agua y dióxido de carbono para sintetizar materia orgánica y producir **glucosa**, fuente de energía química de todos los seres vivos, mediante un proceso denominado fotosíntesis. En el grupo de los organismos autótrofos podemos encontrar a las **algas**, las **cianobacterias** y las **plantas**, las cuales, además de proveer nutrientes a los siguientes niveles de la cadena trófica, liberan oxígeno al ambiente.

Luego de los productores, tenemos a los **consumidores u organismos heterótrofos**, que representan los siguientes niveles de este ciclo y son los que consumen los recursos generados por los productores para su sustento o a otros organismos. Hay tres niveles de consumidores:

- **Herbívoros:** Constituyen el segundo nivel de la cadena y son los que consumen plantas. Ejemplos de estos son las hutías (*Plagiodontia aedium*), algunas aves, como la cigua palmera (*Dulus dominicus*), y peces que se alimentan de fitoplancton.
- **Carnívoros:** Representan el tercer y cuarto nivel de la cadena trófica y son los responsables de consumir a los herbívoros (tercer nivel), u otros carnívoros (cuarto nivel). Uno de los organismos del tercer nivel presente en nuestro país es la boa de La Española (*Chilabotrus striatus*); del cuarto nivel podemos citar a la cuyaya (*Falco sparverius*).
- **Descomponedores o saprótrofos:** Se alimentan de los restos de todos los niveles de la cadena trófica y retornan los nutrientes a su estado original, los cuales sirven como materia prima para ser utilizados nuevamente por los productores completando el ciclo. En este grupo encontramos organismos pertenecientes a diferentes dominios de la vida, por ejemplo, las bacterias (dominio Bacteria) participan como descomponedores, así como también los hongos, que pertenecen al dominio Eukarya, reino Fungi. Estos organismos realizan una valiosa contribución a los ecosistemas al mantener el balance ecológico mediante la descomposición de desechos orgánicos y organismos muertos, sin lo cual no sería posible que sus elementos constitutivos estuvieran disponibles para ser utilizados nuevamente. Algunos hongos y bacterias pueden formar asociaciones simbióticas muy beneficiosas.

Para representar gráficamente el nivel de aporte en los ecosistemas de cada uno de los integrantes de la cadena alimenticia se utilizan **pirámides ecológicas**, representaciones gráficas de estos aportes; pueden ser de números (número de organismos presentes), de **biomasa** o de la energía presente de la biomasa.



- **Esquematiza** en tu cuaderno una pirámide ecológica en donde se visualicen los tres niveles de la cadena alimentaria, utilizando especies de la fauna y flora de la isla.
- **Describe**, utilizando información disponible en la web, dos especies autótrofas, dos heterótrofas y dos descomponedoras (pueden ser especies nativas o endémicas). **Incluye** el nombre común, el nombre científico, una breve descripción de la especie, dónde se encuentra localizada y su nivel en la cadena alimentaria.



La jutía (*Plagiodontia aedium*) es un mamífero de la familia *Capromyidae* y es de los más grandes que existen en nuestra isla. Tiene un cuerpo robusto, patas y cola cortas. El pelaje es grueso y áspero, de color marrón grisáceo a negro. Su alimentación consiste en una variedad de partes de plantas, incluyendo hojas, frutos y corteza. Algunos historiadores e investigadores sugieren que la jutía vivía en armonía con los taínos, quienes las ilustraban en las pictografías presentes en cuevas y sitios ceremoniales en todo el territorio nacional y es posible que hayan sido usadas como mascotas y alimento. Actualmente, esta importante especie de algunos ecosistemas está en peligro de extinción debido a la destrucción de su hábitat.



Figura 8. Jutía o hutía (*Plagiodontia aedium*).

Fuente: Grupo Jaragua.

<https://twitter.com/grupojaragua/status/1351654441443864576/photo/1>



- Analiza pertinentemente las evidencias que dan respuestas a problemas y fenómenos asociados con explicación de la biología, comprendiendo el alcance de los conceptos.
- Formula efectiva y sistemática sus argumentos basados en evidencias biológicas.

Enzima: grupo de proteínas que aceleran o facilitan los procesos celulares.

Fosfolípidos: elementos estructurales de las membranas celulares.

Ciclos biogeoquímicos

¿Cómo es posible que materiales y sustancias que han estado por millones de años en nuestro planeta puedan encontrarse todavía en nuestros días?

Los ciclos no solo se mantienen en la energía, sino también en compuestos bioquímicos y elementos abióticos, claves para el funcionamiento de los ecosistemas. Estos se denominan **ciclos biogeoquímicos** y sin ellos la vida en el planeta no sería posible.

El **ciclo de carbono** empieza cuando los fotosintetizadores utilizan o fijan el carbono presente en el aire como **dióxido de carbono** (CO_2), para generar glucosa y otros carbohidratos como el almidón, etc. Estos compuestos son consumidos por los heterótrofos como fuente de energía. Posteriormente, durante la respiración celular, este carbono es liberado nuevamente a la atmósfera en forma de desecho o CO_2 ; por lo que vuelve a ser utilizado por los organismos productores. Una parte del carbono quedó atrapado en árboles fosilizados, lo que dio como resultado los **combustibles fósiles** que utilizamos, como el petróleo (refinado en gasolina, caucho y otros elementos), y gas natural.

En el **ciclo del nitrógeno** participan algunas bacterias y arqueas especializadas. El paso inicial de este ciclo se denomina **fijación** y mediante el mismo los microorganismos insertan el elemento en el suelo o el agua, convirtiéndolo de nitrógeno molecular (N_2), a amoníaco (NH_3), gracias a la acción de una **enzima** llamada nitrogenasa. En el siguiente paso, llamado **nitrificación**, los microorganismos convierten el amoníaco en nitrato (NO_3^-). En la **asimilación**, tercer paso, las raíces de las plantas y los hongos asociados a estas absorben los compuestos nitrogenados generados y los utilizan para la síntesis de ácidos nucleicos, proteínas, etc., los cuales son ingeridos por los consumidores. En el cuarto paso, la **amonificación**, los organismos producen sustancias de desecho, como las heces; ciertas bacterias convierten todos los compuestos nitrogenados presentes en estas en amoníaco y amonio. Estos compuestos son convertidos nuevamente en nitrógeno molecular durante la **desnitrificación**.

Un bioelemento esencial para los organismos es el **fósforo**. Su ciclo inicia con la erosión de la superficie de las rocas que contienen fosfato inorgánico. Luego, este se libera en el suelo y es absorbido por las raíces de los productores, donde es utilizado en la síntesis de ácidos nucleicos, ATP (adenosín trifosfato) y **fosfolípidos**. Los consumidores obtienen

el fósforo al comer de estas plantas. Finalmente es liberado por los descomponedores para ser reutilizado por las plantas.

Finalmente, el **ciclo del agua** permite que este compuesto tan preciado por todos los seres vivos sea aprovechado. La **evaporación** del agua de la superficie terrestre y de los océanos asciende a la atmósfera y allí, debido a la **condensación**, se forman nubes. Posteriormente, el agua condensada cae en forma de lluvia, nieve o granizo para infiltrarse en el suelo mediante la escorrentía por la superficie del terreno para llegar nuevamente a los océanos.

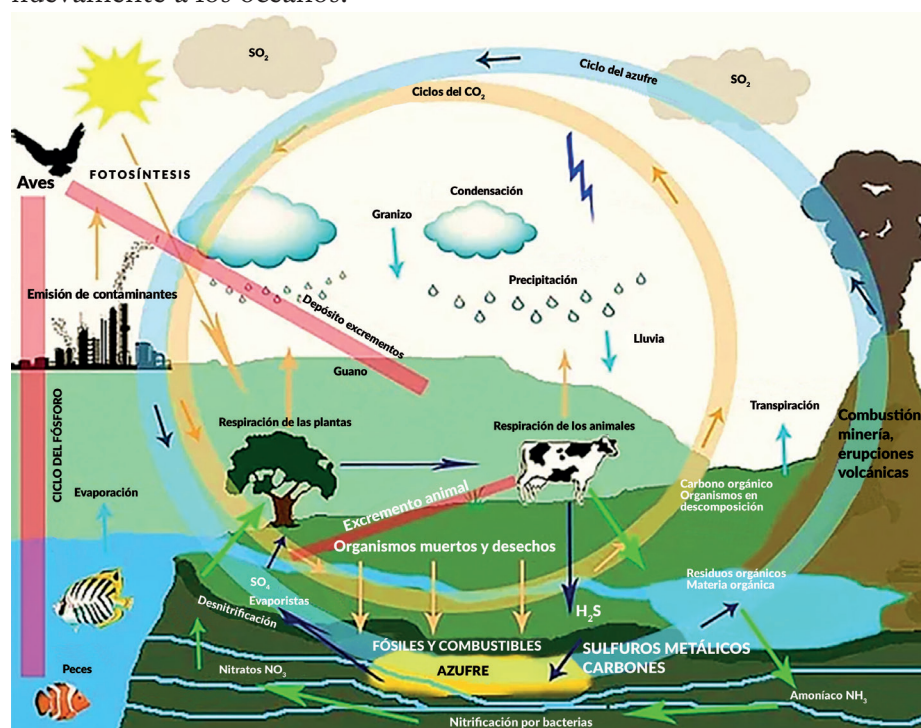


Figura 9. Diferentes ciclos biogeoquímicos en el ambiente. Puede apreciarse un grupo importante de ciclos como el del fósforo (rojo), el nitrógeno (verde), dióxido de carbono y agua, entre otros.

Fuente: <https://tuguideaprendizaje.co/taller-los-ciclos-biogeoquimicos/>



La República Dominicana es una nación llena de zonas montañosas, por lo que la presencia de numerosos ríos a escala nacional no es coincidencia. Dentro de las cuencas hidrográficas de mayor importancia se encuentran Yaque del Norte (el río más largo del país), Yuna (el río más caudaloso), Nizao y Ozama. Sin embargo, las sequías son fenómenos cada vez más frecuentes debido a los efectos del cambio climático, así como a eventos extremos como «el Niño» y la agricultura irresponsable. Para conservar los ríos y evitar los efectos negativos de la sequía, es necesario promover prácticas agrícolas sostenibles y reforestar las cuencas hidrográficas.



Figura 10. Río Yaque del Sur. Este importante río cruza por las provincias La Vega, San José de Ocoa, San Juan de la Maguana, Azua, Barahona y Bahoruco.

Fuente: https://issuu.com/popularenlinea/docs/rios_dominicanos/s/17616128



- ¿Cómo se denomina el gas que se libera al ambiente al quemar combustibles fósiles?
- ¿Cuáles son las concentraciones normales de este gas en la atmósfera? **Explica** qué sucedería si las concentraciones de este gas se incrementan constantemente en el tiempo.



- Planifica acciones efectivas que promuevan cuidado de su salud, del medio ambiente y a favor del desarrollo sostenible en su comunidad.
- Formula efectiva y sistemática sus argumentos basados en evidencias biológicas.

Actividad grupal

¡Estudiemos el hogar, hagamos ecología!

Los estudiantes se organizarán en grupos de tres y construirán la pirámide ecológica de su comunidad. Para realizar esta actividad deberán considerar, por lo menos, cinco factores abióticos y diez factores bióticos.

Para la presentación de los resultados, tanto a sus compañeros como a la comunidad donde habitan, los estudiantes podrán utilizar medios digitales (diapositivas, infografías digitales o videos) o medios físicos (carteles, afiches o panfletos), compartirán los resultados con otros grupos hasta obtener una red ecológica completa de su localidad. Finalmente, deberán elaborar un pequeño informe (mínimo 250 palabras) de estos resultados, que contenga: una introducción, donde se hable de su comunidad, antecedentes o trabajos previos que se hayan realizado en esa localidad; descripción de la metodología o como se realizó el trabajo; resultados de su investigación y una breve discusión donde comparen su trabajo con el de los demás grupos.

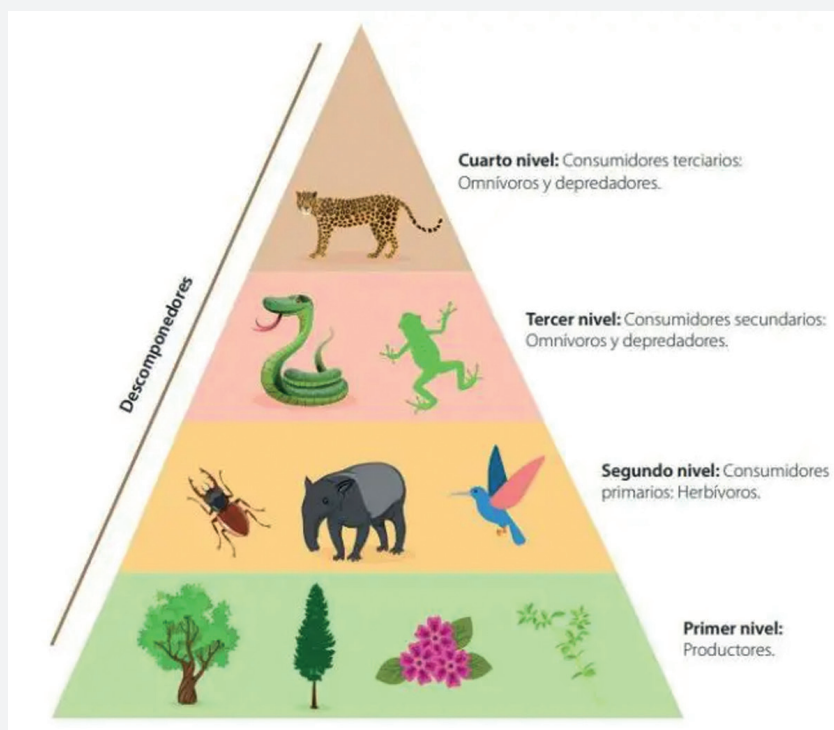


Figura 6.AG-1. Ejemplo de pirámide ecológica.

Fuente: <https://ecosistemas.ovacen.com/cadena-alimenticia-red-trofica/piramide-trofica/>

Utilicen la siguiente tabla para recopilar las informaciones sobre los factores bióticos y abióticos de sus comunidades. Pueden utilizar el formato de esta tabla como referencia para realizar el consolidado con miras a trabajar «la red ecológica» de sus localidades o municipios.

Factores bióticos				Factores abióticos
Fauna	Flora	Suelo	Hongos	Temperatura (promedio anual)
Insectos	Helechos	Tipo de suelo	1.	Humedad
1.	1.	Color del suelo	2.	
2.	2.		3.	
3.	3.		4.	
4.	4.		5.	
5.	5.			Precipitación
Mamíferos	Plantas vasculares	Textura		Velocidad del viento
1.	1.	Organismos presentes		En caso de fuentes de agua (ríos, lagos, riachuelos, mares)
2.	2.			
3.	3.			
4.	4.			
5.	5.			
Reptiles	Plantas no vasculares	pH		Altura (metros sobre el nivel del mar)
1.	1.			Luz solar / Radiación
2.	2.			Duración de luz solar
3.	3.			
4.	4.			
5.	5.			
Aves				
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
Otros invertebrados (anélidos, moluscos)				
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
Peces				
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

■ **Responde** las siguientes preguntas en tu cuaderno.

- ¿Qué es la ecología para ti y por qué es importante su estudio?
- ¿Qué es un ecosistema y cuáles son sus componentes principales?
- **Da** dos ejemplos de cada tipo de ecosistema en el país.
- ¿Qué es la biodiversidad y por qué es importante su conservación?
- **Menciona** al menos diez especies nativas y endémicas de cada reino de la vida que no hayan sido mencionadas en esta unidad.
- ¿Cómo se clasifican los diferentes tipos de ecosistemas?
- ¿Qué es una cadena alimentaria y cómo se relaciona con la pirámide de biomasa?
- ¿Qué son los factores bióticos y abióticos en un ecosistema?
- **Menciona** cinco factores bióticos y abióticos que están presentes en el parque Mirador Sur del Distrito Nacional y diez de estos factores en el Parque Nacional Armando Bermúdez.
- ¿Cómo afecta el cambio climático a los ecosistemas y a la biodiversidad?
- ¿Qué es la contaminación y cómo afecta a los ecosistemas y a la salud humana?
- ¿Cómo se pueden aplicar los principios de la ecología en la agricultura sostenible?
- ¿Cómo afecta la deforestación a los ecosistemas y a la biodiversidad?
- ¿Qué es la desertificación y cómo se puede prevenir?
- ¿Qué son las especies invasoras y cuál es su impacto en los ecosistemas protegidos?

■ **Redacta** en tu cuaderno los siguientes tópicos en una página, máximo 1 ½ páginas:

- **Escribe** una carta al alcalde de tu comunidad sobre la importancia de la protección de los recursos naturales en tu área. **Explica** de qué manera el gobierno local puede contribuir con la protección de estos recursos.
- **Elige** una especie endémica de la República Dominicana y **escribe** un ensayo donde expliques su importancia ecológica, ecosistemas donde habita, posición en la cadena alimentaria, hábitat, nicho y en cuales ciclos biogeoquímicos participan. **Indica** en tu ensayo qué amenazas enfrenta esta especie y qué se puede hacer para protegerla.

Coevaluación

Criterios	Nunca	A veces	Regularmente	Siempre
Mis compañeros han manifestado la importancia de la ecología para nuestra salud y la de la comunidad.				
La participación de mis compañeros en las asignaciones de ecología fue atinada.				
Percibo que a mis compañeros les gustaría comunicar lo aprendido a otras personas.				
Mis compañeros visualizan la Tierra como una madre que provee y protege.				

Autoevaluación

■ **Completa** en tu cuaderno la siguiente rúbrica.

Criterios	Logrado	Medianamente logrado	En proceso
He comprendido la importancia de la ecología y su rango de acción.			
Puedo diferenciar los diferentes factores bióticos y abióticos de un ecosistema.			
Identifico en cuál eslabón de la cadena alimentaria se encuentran diferentes especies de flora y fauna.			
Describo con precisión los diferentes componentes de al menos tres ciclos biogeoquímicos.			



Competencias Específicas

- Se comunica utilizando el lenguaje científico y tecnológico básico de la biología que implica ideas, leyes, modelos y procesos.
- Ofrece explicaciones y estrategias científicas y tecnológicas a problemas y fenómenos naturales relacionados con los fundamentos de la biología.
- Asume y actúa con responsabilidad crítica y autónoma para un desarrollo sostenible, cuidado ambiental y su salud, basadas en las ideas y teorías de la biología.
- Analiza críticamente la naturaleza y filosofía de la biología, bioingenierías y bioinformática, sus aportes, alcance del desarrollo tecnológico en nuestra sociedad y la bioética en la investigación.

A firefighter in a yellow jacket and helmet stands in a forest with a fire in the background.

Unidad 7

Ecología: la madre tierra es nuestro hogar

Situación de aprendizaje

Nuestra casa es nuestro refugio, y el lugar donde guardamos las cosas más preciadas que poseemos: nuestras pertenencias, alimentos, etc. Cuando por un infortunio ocurre un incendio en casa perdemos muchas cosas de uso diario. Lo mismo con un incendio forestal: se pierden los hábitats de muchos organismos, que se quedan sin comida y sin refugio. Aun estando lejos del lugar donde sucedió, eso también nos afecta. A través de una investigación, los estudiantes harán una lista de los daños que estos incendios ocasionan a los ecosistemas y a los seres humanos de las comunidades circundantes. Finalmente, prepararán una exposición con sus conclusiones.

Contenido

- Recursos naturales
- Producción y distribución: alimentos y sostenibilidad alimentaria
- Principales contaminantes del ambiente, efectos, causas y consecuencias
- Los efectos del cambio climático en la biodiversidad y el equilibrio ecológico
- Convenio de Diversidad Biológica, Cambio Climático, Desertificación y sequía
- Actividad grupal: ¡Hablemos de sostenibilidad alimentaria!
- Evaluación

Energía eólica: energía producida por los vientos y su velocidad a raíz de las corrientes originadas por la rotación de la esfera terrestre.

Prácticas mágico-religiosas: Aquellas relacionadas o no con elementos de la biodiversidad y demás recursos naturales que son conectados a cierta deidad o principio religioso, intrínsecamente vinculado a la cultura de los pueblos.

Recursos naturales

¿Por qué algunos recursos naturales se agotan y otros no?

Como pudimos observar en la unidad anterior, los componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas interactúan de múltiples formas, entre ellas, como parte de los ciclos biogeoquímicos, los cuales garantizan su persistencia en el tiempo. Durante años, nuestra especie (*Homo sapiens*), ha sabido aprovechar estos ciclos y los recursos naturales asociados a estos procesos, no solo a para asegurar su supervivencia, sino también para crear sociedades avanzadas que permitan maximizar su aprovechamiento. A los recursos extraídos del medio silvestre se les denomina **recursos naturales** y pueden ser utilizados para varios fines, entre ellos, comercio, investigación científica, arte, cultura y **prácticas mágico-religiosas**.

Tomando como referencia el órgano regulador, la nación o el investigador, existen diferentes parámetros para clasificar los recursos naturales, como son el origen (si son bióticos o abióticos), la propiedad (recursos individuales, grupales o colectivos), y su capacidad de regeneración (renovables o no renovables). Los **renovables** son aquellos recursos que se regeneran y recuperan naturalmente mediante procesos como los ciclos biogeoquímicos. Dentro de estos podemos mencionar el agua, la energía solar, la **energía eólica**, la biomasa, etc. Es importante destacar que el hecho de que estos recursos sean renovables no implica que sean inagotables. Un ejemplo de esto es el agua: un manejo inapropiado de uno de los factores que intervienen en su ciclo puede provocar su escasez y posterior agotamiento en un área determinada.



Figura 7.1-1. Parque eólico Los Cocos, provincias Barahona y Pedernales.
Fotografía: Rafaelina Morales

Los **recursos no renovables** son aquellos que no pueden ser recuperados por procesos ocurrientes en la naturaleza. Ciertos minerales, como la arena, los hidrocarburos, (el petróleo, el gas natural) y metales como el oro, plata y aluminio, son algunos ejemplos. Se necesitaron miles o millones de años para la síntesis de estos recursos en la naturaleza, por lo que no es posible restaurarlos en poco tiempo. Es por esta razón que su uso debe realizarse de manera responsable y no exceder su extracción.



Figura 2. Mina de oro y plata en Pueblo Nuevo, Monseñor Nouel. Los metales extraídos de esta mina son recursos no renovables, ya que no pueden restaurarse de manera natural. Fuente: <https://www.diariolibre.com/actualidad/medioambiente/barrick-pueblo-viejo-enfrenta-una-enrucijada-ME23725823>



La minería en la República Dominicana es un sector en desarrollo, centrado principalmente en la extracción de oro, plata, níquel, bauxita y mármol. Este sector representa una importante fuente de ingresos para el país. En los últimos años, la producción minera se ha incrementado debido a la operación de nuevas minas y la expansión de las existentes. Sin embargo, esta industria enfrenta críticas debido a los pasivos ambientales que genera (contaminación del agua y del suelo, liberación de potenciales cancerígenos al ambiente y la deforestación, entre otros). A pesar de estos desafíos, durante años se han realizado esfuerzos para aprovechar el potencial económico de la minería al tiempo de garantizar la protección del medio ambiente, la salud y la integridad de las comunidades circundantes.



Figura 7.1-3. Mina de bauxita en Pedernales.

Fuente: <https://eldinero.com.do/12983/energia-minas-ratifica-paralizacion-la-extraccion-exportacion-bauxita/>



- **Indica** en tu cuaderno al menos tres recursos no renovables y cinco recursos renovables que haya en la provincia donde vives.
- **Escoge** uno de los recursos indicados y **realiza** un breve análisis (mínimo 250 palabras), que incluya los siguientes elementos: dónde puede ser localizado, impactos negativos asociados a su potencial sobreexplotación y dos propuestas sobre cómo podemos usarlo y cuidarlo.



- Planifica acciones efectivas que promuevan cuidado de su salud, del medio ambiente y a favor del desarrollo sostenible en su comunidad.
- Formula efectiva y sistemática sus argumentos basados en evidencias biológicas.

Asentamiento humano: establecimiento en un área determinada de un grupo o comunidad humana.

Domesticación: proceso en el cual una especie adquiere o pierde caracteres basados en la selección artificial propiciada por los seres humanos.

Producción alimentaria y sostenibilidad

¿Cómo se producen los alimentos que ponemos en nuestra mesa cada día?

Todos los organismos heterótrofos requieren de la ingesta constante de nutrientes para realizar sus funciones vitales. Las sustancias que contienen estos nutrientes son los **alimentos**, cuya producción se puede realizar de varias formas. Al resumirlas en los tres rubros más importantes a escala mundial tenemos la **agricultura**, la **pesca** y la **ganadería**.

La **agricultura** es la más extensiva de las tres y consiste en un conjunto de prácticas relacionadas con el cultivo y cosecha de productos en la tierra. Los primeros **asentamientos humanos** que empezaron estas costumbres se remontan a 9,500 a. C., aunque algunos investigadores indican que datan alrededor de 30,000 años.

Esta actividad podría clasificarse con base en diversos criterios: (1) la **dependencia del agua**, (2) la **magnitud de la producción** y (3) el **rendimiento**. En lo que respecta a la dependencia del agua, tenemos la agricultura de **secano** o de temporal (su riego depende del agua de lluvia, el productor no interviene), y la de **regadío** (en la que sí interviene el productor). Dentro del segundo criterio encontramos la **agricultura de subsistencia** (producción mínima de alimentos para cubrir como mínimo las funciones del organismo), y la **industrial** (producción masiva de alimentos). En el tercero se definen los tipos más conocidos de agricultura: **intensiva** (se busca el mayor beneficio en el menor espacio disponible), y **extensiva** (distribuye el cultivo de los productos en grandes extensiones de tierra).

La **ganadería** se basa completamente en la **domesticación** de animales para obtener alimentos de ellos, ya sea de manera directa o como subproductos de estos. Esta práctica se clasifica dependiendo del tipo de animal que se esté criando: bovino o vacuno (vacas y toros, *Bos tauros*), porcino (cerdos, *Sus scrofa*), ovino (ovejas, *Ovis orientalis aries*), caprino (cabras, *Capra aegagrus*), equino (caballos, *Equus ferus*), avícola (pollos, guineas, codornices, pavos, etc), apícola (abejas, especialmente *Apis mellifera*), cunícola (conejos, *Oryctolagus cuniculus*), y acuicultura (peces).

Entre las prácticas para la búsqueda de alimentos en zonas costeras en el mundo se encuentra la **pesca**, que es la captura de peces con fines comerciales o de consumo.

Todas estas estrategias deben de garantizar la seguridad alimentaria de la población. Para lograrlo es necesario adoptar prácticas agrícolas sostenibles que promuevan la salud del suelo, la biodiversidad y el uso eficiente de los recursos agropecuarios y pesqueros. También requiere implementar sistemas alimentarios justos y equitativos que aseguren el acceso a alimentos nutritivos y asequibles a todas las personas.

En lo que respecta a la producción agropecuaria debemos cuidar la integridad y la salud de los animales evitando el exceso de antibióticos y hormonas en su producción, así como el estrés innecesario a los animales. De igual forma, debemos promover que los diferentes medios y formas de pescar en mar abierto o en los ríos aseguren la integridad de los ecosistemas acuáticos y que los pescadores respeten los períodos de veda de algunos organismos cuya pesca está regulada.



Figura 4. La producción orgánica de cacao (*Theobroma cacao*) es amigable con el ambiente.
Foto: Sixto Incháustegui M.



- **Investiga y escribe** en tu cuaderno cuáles son los principales productos agropecuarios que se producen en la región donde habitas. ¿Crees que la producción es adecuada para el consumo local, es decir para el consumo de tu comunidad?
- **Describe** en tu cuaderno, en forma de ensayo corto, los ingredientes de tu plato favorito. Coloca el nombre científico a cada componente. **Indica** si los organismos de donde se obtienen los componentes e ingredientes de tu plato favorito corresponden a especies nativas, endémicas o introducidas.



Figura 5. Plato típico dominicano: «La bandera».

«La bandera» es un plato típico de nuestro país que consiste en arroz (*Oriza sativa*), habichuelas rojas (*Phaseolus vulgaris*) y pollo (*Gallus gallus*) guisado, a veces acompañado de una ensalada de lechuga (*Lactuca sativa*), tomate (*Solanum lycopersicum*) y aguacate (*Persea americana*). Se llama así porque es representativo de la gastronomía dominicana. Es un plato popular en todo el país y cuenta con una historia impresionante, debido a que en la época de la España Boba hubo una fuerte crisis en el país y los criollos solo podían consumir tres alimentos: arroz, frijoles sobrantes de sus cultivos y los animales criados en los hatos, que resultaron ser, en su mayoría, gallos. Fotografía: Rubén Rodríguez.



- Formula, analiza y evalúa pertinentemente las evidencias que dan respuestas a problemas y fenómenos asociados con explicación de la biología, comprendiendo el alcance biología, comprendiendo el alcance de los conceptos, modelos, principios, teoría y leyes.
- Aplica acciones proactivas apropiadas a un estilo de vida saludable y con el medio ambiente.

Gases de efecto invernadero (GEI): componentes de la atmósfera, tanto de origen natural como los antropogénicos, cuya función es absorber y emitir la radiación en la longitud de onda infrarroja del espectro electromagnético emitida por la Tierra, la atmósfera y las nubes.

Radicales libres: átomos o conjuntos de ellos que disponen de un electrón sin aparejar, condición que les confiere inestabilidad y reactividad.

Principales contaminantes del ambiente

¿Cuál es la diferencia entre residuo sólido y basura? ¿Dónde termina lo que dejamos de usar?

Las acciones que realizamos cada día acarrear consecuencias que se manifiestan en el medio que nos rodea. Estas pueden ser positivas o negativas, dependiendo de si generan bienestar o daño a nosotros mismos y a nuestro ambiente. En esta ocasión abordaremos una acción negativa que se ha convertido no solo en un problema local, sino también en una problemática a escala global: la **contaminación**. Esta se define como la liberación de sustancias o productos químicos o de cualquier tipo al medio ambiente, que tienen un efecto nocivo sobre la salud humana, la biodiversidad y el medio ambiente en general. Las principales formas de contaminación y sus consecuencias son:



Figura 7.3-1. Contaminación por plástico en playa Montesinos, Santo Domingo. Se observa la gran cantidad de basura, sobre todo plásticos.

Fuente: <https://elnacional.com.do/oleada-de-basura-se-aduena-de-playa-montesinos/>

- **Contaminación atmosférica o del aire:** causada principalmente por gases y partículas en el aire provenientes de la quema de petróleo y sus derivados como gasolina, GLP, **keroseno**; el aumento en la concentración y velocidad de generación de **gases de efecto invernadero**. También se incluyen el dióxido de carbono, el dióxido de nitrógeno, el ozono, el monóxido de carbono y partículas o **radicales libres** liberados al ambiente. Algunos de estos gases generan daño a la salud humana, lo cual se verifica con el incremento de enfermedades cardiorrespiratorias, accidentes cerebrovasculares y cáncer de órganos del sistema respiratorio como los pulmones, por ejemplo.

■ **Contaminación hídrica o del agua:** ocurre principalmente por la liberación de sustancias tóxicas en ríos, lagos, océanos y aguas subterráneas. Algunos de los materiales más comunes con los que se contaminan nuestras aguas son metales pesados, productos químicos tóxicos, desechos industriales, herbicidas y pesticidas y aguas residuales. Una de las consecuencias de esta modalidad de contaminación es la acidificación de los océanos, que tiene un efecto mortal sobre las poblaciones coralinas.

■ **Contaminación edáfica o del suelo:** ocurre al momento de depositar desechos tóxicos que pueden filtrarse al suelo de diversas formas y no solo afectar la flora y fauna local, sino también perjudicar o destruir las comunidades microbianas del área. Existe un grupo considerable de sustancias potencialmente contaminantes de los suelos como los combustibles fósiles y sus derivados, los herbicidas, pesticidas, fungicidas y metales pesados. Los efectos de este tipo de contaminación son severos, debido a que los tejidos de las plantas y animales absorben dichos contaminantes provocando que estos sean ingeridos por los eslabones superiores de la cadena trófica, incluyendo los humanos.

■ **Contaminación acústica:** se produce por un exceso de ruido ambiental, como el ruido del tráfico, la industria, la construcción y en ocasiones el entretenimiento. La exposición continua a altos niveles de ruido puede afectar la salud auditiva de los humanos, provocar sordera y disrumpir los ciclos reproductivos de algunas especies que utilizan el canto como parte del ritual de apareamiento.

■ **Contaminación lumínica:** se produce por un exceso de iluminación artificial, la cual podría afectar negativamente el ciclo de sueño de las personas y la vida de los animales nocturnos. Un ejemplo de esto son las tortugas marinas que llegan a nuestras costas. Las tortugas se guían gracias a la luz de la luna, por lo que la contaminación lumínica en las zonas costeras puede desviarlas y provocar daños que afecten sus poblaciones, de por sí ya reducidas.



- **Describe** en tu cuaderno cuáles consideras que son los efectos más importantes de la contaminación de playas en las costas dominicanas (utiliza un mínimo 300 palabras).
- **Identifica** y luego **escribe** en tu cuaderno al menos tres ejemplos de cada uno de los contaminantes descritos en este tema y que afecten a tu comunidad.



Figura 7. El profesor Sixto Joaquín Incháustegui Miranda, M. Sc., biólogo dominicano egresado de la primera promoción de biólogos del país en la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), se interesó desde su niñez por la flora y fauna dominicana, especialmente por la herpetología (estudio de anfibios y reptiles). Ha dedicado su vida profesional a la enseñanza universitaria, la investigación y la conservación de la biodiversidad. Fue miembro del Consejo Mundial de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Tiene numerosas publicaciones y reconocimientos, incluyendo «Investigador de la Nación 2022». (Foto propiedad de Sixto Incháustegui M.)



- Identifica de manera correcta situaciones o acciones de riesgo para su salud, el medio ambiente y el desarrollo sostenible.
- Planifica acciones efectivas que promuevan cuidado de su salud, la del medio ambiente y a favor del desarrollo sostenible en su comunidad.

Fenología: estudio de los factores climáticos y ciclos biológicos.

Hibridación: cruce de especies diferentes que origina una progenie o descendencia que puede ser fértil o no.



Figura 8. El Grupo Jaragua es una organización no gubernamental que trabaja a favor de la conservación de especies amenazadas de extinción de La Española, así como con la preservación de ecosistemas. Esta institución también colabora con las comunidades circundantes de los lugares donde habitan estas especies ofreciendo educación a los lugareños y capacitación al personal de apoyo local, el cual contribuye con las labores de monitoreo y protección de estos organismos.

Fuente: <http://www.grupojaragua.org.do>



Figura 9. La rana arborícola reidora (*Osteopilus dominicensis*) es la más común en toda la isla. Este organismo es altamente vulnerable a los impactos del cambio climático.
Foto: Sixto J. Inchaustegui M.

Los efectos del cambio climático en la biodiversidad y el equilibrio ecológico

¿Cuáles son las verdaderas causas del cambio climático?

Sin duda, nuestro planeta está cambiando y cada vez son más palpables los efectos del denominado **cambio climático**. Este evento, que se define como cambio en el clima debido a causas naturales o como producto de las actividades humanas, se debe, en gran parte, al efecto en la atmósfera de las altas concentraciones de las emisiones de «gases con efecto de invernadero», lo que, a su vez, está provocando un aumento considerable de la temperatura global. Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), los principales generadores de estos gases son la quema de combustibles fósiles, la deforestación y la agricultura intensiva, entre otros.

Por su parte, los principales impulsores de la **pérdida de biodiversidad** son la **pérdida o fragmentación de hábitats**, la **introducción de especies exóticas e invasoras**, la **sobreexplotación de recursos naturales**, la **contaminación ambiental** y el **cambio climático**. La pérdida de biodiversidad está teniendo consecuencias marcadas en las formas de vida del planeta. La fauna y la flora están presentando cambios en los ciclos de vida y migración de las especies, **fenología**, ciclos reproductivos, reducción de la eficacia biológica, extinciones e **hibridación** provocados por la pérdida de hábitat y la caza furtiva, entre otras.

Además, el cambio climático está induciendo un aumento del nivel y temperatura del mar, lo que impacta severamente los ecosistemas coralinos, debido a que estos requieren aguas con estándares de temperatura y luminosidad que se ven afectados por estos cambios. Sumado a esto, la frecuencia e intensidad de los fenómenos climáticos extremos, como huracanes, sequías e inundaciones, está provocando la desaparición de especies de aguas interiores y bosques por la ruptura de los ciclos biológicos.

Entre los posibles efectos del cambio climático en la biodiversidad de la región podrían estar:

- Disturbios en los ciclos ecológicos de ecosistemas, terrestres y mixtos.
- Pérdidas de hasta 2 % anual de mangles.
- Aumento en las extinciones de anfibios, debido a la aparición de diversas enfermedades.

- Cambios en la distribución geográfica de las especies.
- Disturbios en los sitios agrícolas donde las especies polinizadoras no podrían realizar sus funciones, reduciendo el número de cosechas de manera anual.

Por otra parte, las **especies exóticas invasoras** representan un serio problema, pues atentan contra nuestra biodiversidad y ocasionan pérdidas millonarias en cultivos, propiedades, etc. La introducción de especies exóticas, especialmente de plantas, ha ocurrido en múltiples ocasiones y por distintas razones. También se han introducido especies invasoras en las actividades agrícolas, principalmente invertebrados, como control biológico de plagas, aunque al final estas también han terminado convirtiéndose en plagas. Esta problemática es abordado por la División de Especies Exóticas e Invasoras del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que realiza jornadas de control y mitigación de muchas de estas especies además de ofrecer charlas educativas.



Figura 10. Posibles impactos del cambio climático en Latinoamérica. RD se encuentra en riesgo de perder sus poblaciones coralinas, además de aumento peligroso del nivel del mar.

Fuente: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1



- **Describe** en tu cuaderno cada uno de los factores que contribuyen a la pérdida de biodiversidad, luego **identifica** cuáles de ellos se verifican en tu comunidad.
- **Investiga e indica** en tu cuaderno por lo menos diez especies exóticas e invasoras. ¿Cuáles son los daños que estos organismos están ocasionando a nuestra biodiversidad?



- Identifica de manera correcta situaciones o acciones de riesgo para su salud, el medio ambiente o el desarrollo sostenible.
- Planifica acciones efectivas que promuevan cuidado de su salud, del medio ambiente y a favor del desarrollo sostenible en su comunidad.

Recursos genéticos: materiales de origen vegetal, animal o microbiano que contienen unidades funcionales de la herencia o genes.

Desertificación: degradación de la capa edáfica fértil en la que se pierde su capacidad productora.

Convenio de diversidad biológica, cambio climático, desertificación y sequía

¿Por qué son importantes los acuerdos internacionales relativos a la protección de la biodiversidad y de qué forma esto nos beneficia como país? ¿Acaso no son estas más que acciones diplomáticas entre los pueblos?

A mediados del siglo pasado, los países empezaron a notar que algo no andaba bien en el planeta debido al surgimiento de agujeros que empezaron a surgir en la capa de ozono próximo a los casquetes polares. A raíz de esa situación, todos los Estados miembros de las Naciones Unidas se reunieron en Río de Janeiro, Brasil, donde se celebró la «Cumbre de la Tierra», evento que marcó un antes y después en materia de diplomacia y cooperación ambiental para la resolución de problemas ambientales. Durante la cumbre se crearon tres importantes convenios internacionales que son conocidos como las «convenciones de Río»: la Convención sobre la Diversidad Biológica (CBD), la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y la Convención de Lucha contra la **Desertificación** y Sequía (CLDS). Otras convenciones vinieron a raíz de estas, entre ellas la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y el Convenio Ramsar sobre humedales.



Figura 11. Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro (1992). Ese año se crearon las tres convenciones más importantes en materia de protección ambiental.

Fuente: https://www.ecoavant.com/medio-ambiente/erase-vez-cambio-climatico-breve-historia-relato-cambio-en-verano-de-2022_9433_102.html

La **Convención sobre la Diversidad Biológica** fue creada a partir del problema de la pérdida acelerada de la biodiversidad. Sus tres objetivos son: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se derivan del uso de los **recursos genéticos**. La convención trabaja con diferentes cuerpos subsidiarios de índole técnica que se encuentra dentro de un marco de trabajo global de biodiversidad donde se busca la reducción significativa de las extinciones, el aumento de la variabilidad genética de las poblaciones y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de los datos de secuencia genética, entre otros. Esta convención cuenta con dos protocolos: el Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y el Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología.

La **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático** tiene como meta la mitigación de los efectos del cambio climático e instruir a las partes en la adaptación de sus efectos, siendo el objetivo principal la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. En ella se estableció un sistema de reuniones regulares para discutir y revisar el progreso en su implementación, además de discutir sobre una retribución a los Estados por los daños y pérdidas a consecuencia del cambio climático.

La **Convención de Lucha contra la Desertificación y Sequía** busca combatir la desertificación y mitigar los efectos de la sequía; específicamente prevenir o reducir la degradación de las tierras, la rehabilitación de las parcialmente degradadas y la recuperación de tierras desertificadas.

Además de las tres convenciones, la Cumbre de Río de Janeiro también tuvo otros resultados importantes, como la adopción de un plan de acción para la implementación de las recomendaciones de la «Agenda 21», un plan donde se abordan las dimensiones sociales y económicas, la conservación y gestión de los recursos, el fortalecimiento de los grupos mayoritarios como la mujer, la juventud y comunidades locales e indígenas, entre otros.



- **Identifica** en tu cuaderno cuáles son las decisiones actuales que se han tomado en los tres convenios y cómo afectan al país.
- **Escribe** un breve ensayo (mínimo 300 palabras), sobre el acceso a los recursos genéticos del país y cuáles recursos consideras que podrían ser explotados en tu comunidad sin que esto represente poner en riesgo la integridad de esos recursos naturales.



Figura 12. La bióloga Marina Hernández M. Sc., egresada de la UASD, es la representante de nuestro país ante el Convenio de Diversidad Biológica. La Licda. Hernández es encargada del Departamento de Recursos Genéticos y Bioseguridad del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y ha coordinado diversos proyectos en el área de conservación, uso sostenible de la biodiversidad y bioseguridad. Coordinó la formulación de las leyes sobre Seguridad de la Biotecnología (Ley 219-15) y Biodiversidad (Ley 333-15). Ella ha sido clave en el seguimiento de la implementación del Convenio de Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica (CDB) en la República Dominicana.



- Identifica de manera correcta situaciones o acciones de riesgo para su salud, el medio ambiente o el desarrollo sostenible.
- Planifica acciones efectivas que promuevan cuidado de su salud, del medio ambiente y a favor del desarrollo sostenible en su comunidad.

Actividad grupal

¡Hablemos de sostenibilidad alimentaria!

1. Acompañados del docente y organizados en grupos de cinco integrantes, visitarán una zona de producción agrícola o ganadera de la comunidad, observarán las instalaciones, los procesos, los recursos naturales con los que se trabaja, y entrevistarán a los trabajadores a cargo. Como resultado, elaborarán un informe escrito sobre las prácticas agrícolas, agropecuarias o pesqueras (según aplique) sostenibles que se aplican en la zona, tomando en consideración la infraestructura, contaminantes potenciales, tipo de producto final, calidad del producto, entre otros factores.
2. Realizarán tablas donde colocarán la actividad productiva (sea agrícola, agropecuaria o pesquera), e indicarán cómo producen el producto en cuestión. Por ejemplo, si se trata de una finca de producción de café, deberán indicar cómo siembran el café, en qué época, qué materiales e insumos se utilizan para la siembra y para la cosecha, cuáles equipos utilizan, qué personal realiza los procesos, con qué entrenamiento, cómo cuidan la tierra para que no se degrade con las prácticas o cómo cuidan a los animales, cuáles son los controles de calidad que utilizan, qué instituciones monitorean o supervisan su producción, etc.

Figura 13. Una visión común sobre alimentación y agricultura sostenible.

Fuente: Building a common vision for sustainable food and agriculture <https://landportal.org/nl/library/resources/978-92-5-108472-4/building-common-vision-sustainable-food-and-agriculture>



3. Elaborarán una tabla para el procesamiento del producto con todas las variables requeridas y otra para la distribución el producto hasta su destino a los diferentes mercados del país.
4. Este proyecto grupal deberá tener un coordinador, un secretario y un encargado de documentación, ya que se producirá mucha información. Los dos miembros restantes se encargarán de colaborar con la elaboración de las entrevistas y de todos los instrumentos que van a necesitar para coleccionar la información.
5. Los miembros del grupo deberán realizar reuniones periódicas para programar o evaluar los procesos y las visitas.

■ **Instrucciones:** Utilicen la siguiente tabla como guía para recoger informaciones durante la visita al área de producción.

Área de producción:		Alimento o producto:			
Elementos que intervienen en la producción					
Ecosistema - granja de producción	Meses del año	Materiales e insumos	Equipos	Personal	Entrenamiento - Capacitaciones
Buenas prácticas y protección al medio ambiente					
Cuidados al animal o cultivo y al ecosistema					
Controles de calidad					
Instituciones que realizan supervisión					
Distribución					
1. Productor a la comunidad	2. Vendedores locales	3. Mercados	4. Grandes cadenas distribuidoras	5. Consumidor final	

Evaluación

- **Describe** la biodiversidad de tu provincia. Para ello deberás hacer una revisión bibliográfica y tal vez algunas entrevistas.
- **Reflexiona y explica** qué sucedería si destruimos un ambiente natural sin que se haya realizado el estudio ambiental correspondiente. Imagina que en tu región exista una zona de interés para desarrollar un complejo turístico, por ejemplo, y «nadie» sepa que en ese lugar existe alguna especie endémica no reportada todavía o que allí existe un importante depredador que mantiene controlada una plaga que afecta los cultivos del área, por ejemplo.
- **Identifica** cuáles son los recursos naturales que más se explotan en tu región. ¿Crees que la explotación del recurso en cuestión ocurre de forma adecuada o sostenible?
- **Indica** cómo las personas podrían contribuir a la conservación de la biodiversidad en su comunidad.



Parque Nacional de Valle Nuevo.
Foto: Sixto J. Incháustegui M.

Coevaluación

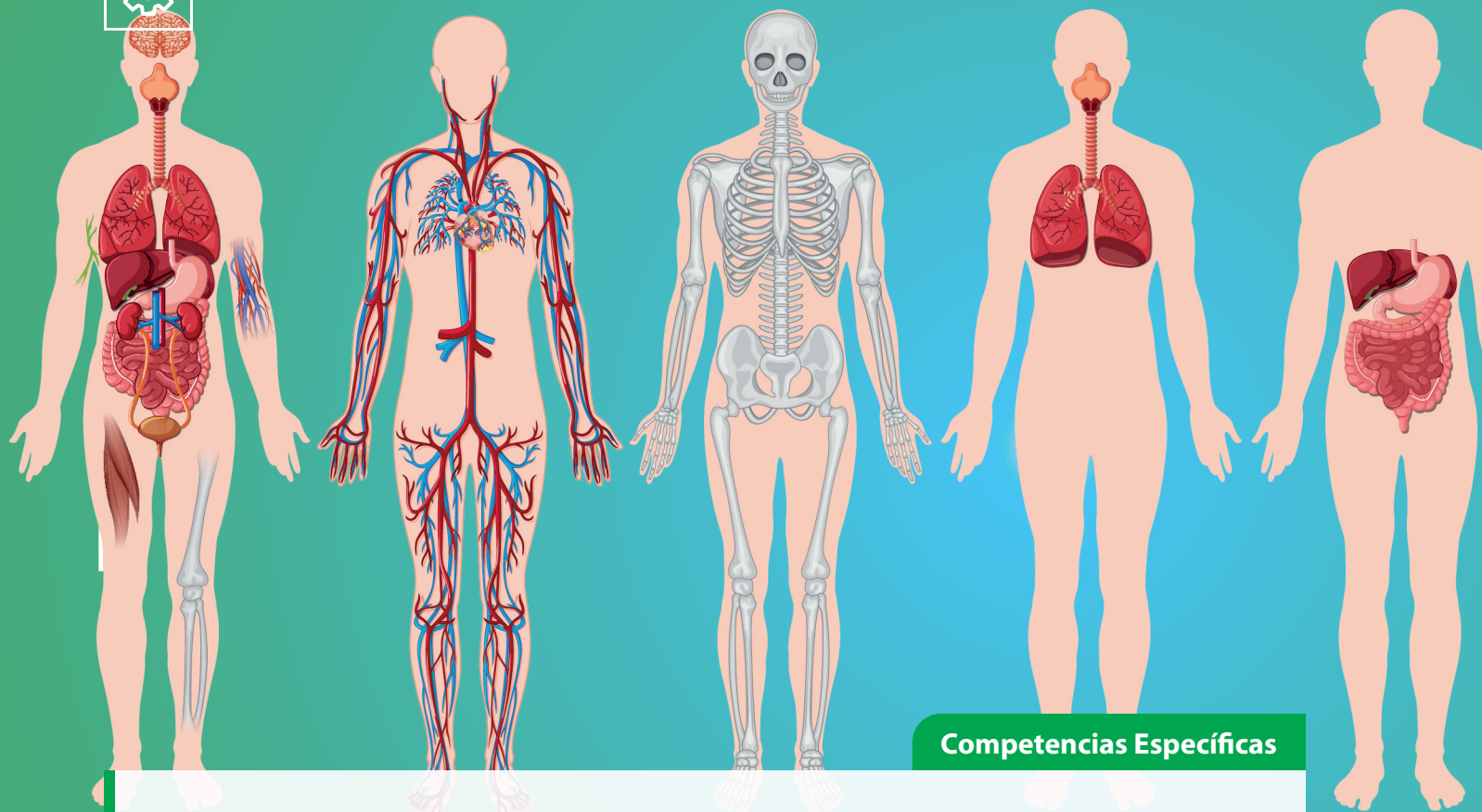
- **Replica** en tu cuaderno y **completa**.

Criterios	Nunca	A veces	Regularmente	Siempre
Los trabajos de mis compañeros poseen el nivel esperado.				
Percibo motivación e interés por los aprendizajes.				
Hay una participación auténtica en los procesos.				
Consideras que tú y tus compañeros han obtenido un aprendizaje significativo, es decir, importante para la vida.				

Autoevaluación

- **Completa** en tu cuaderno la siguiente rúbrica.

Criterios	Logrado	Medianamente logrado	En proceso
Discrimino los recursos naturales renovables de los no renovables.			
Identifico los contaminantes presentes en mi localidad y puedo categorizarlos.			
Comprendo los efectos del cambio climático en mi país.			
Identifico la función de las tres convenciones originadas en la Cumbre de Río de 1992.			



Competencias Específicas

- Se comunica utilizando el lenguaje científico y tecnológico fundamental de la biología que implica ideas, leyes, modelos y procesos.
- Ofrece explicaciones y estrategias científicas y tecnológicas a problemas y fenómenos naturales relacionados con los fundamentos de la biología.
- Se cuestiona e identifica problemas y situaciones y construye una explicación utilizando procesos fundamentales de la biología y la biotecnología.
- Asume y actúa con responsabilidad crítica y autónoma para un desarrollo sostenible, cuidado ambiental y su salud, basadas en las ideas y teorías de la biología.

Unidad 8

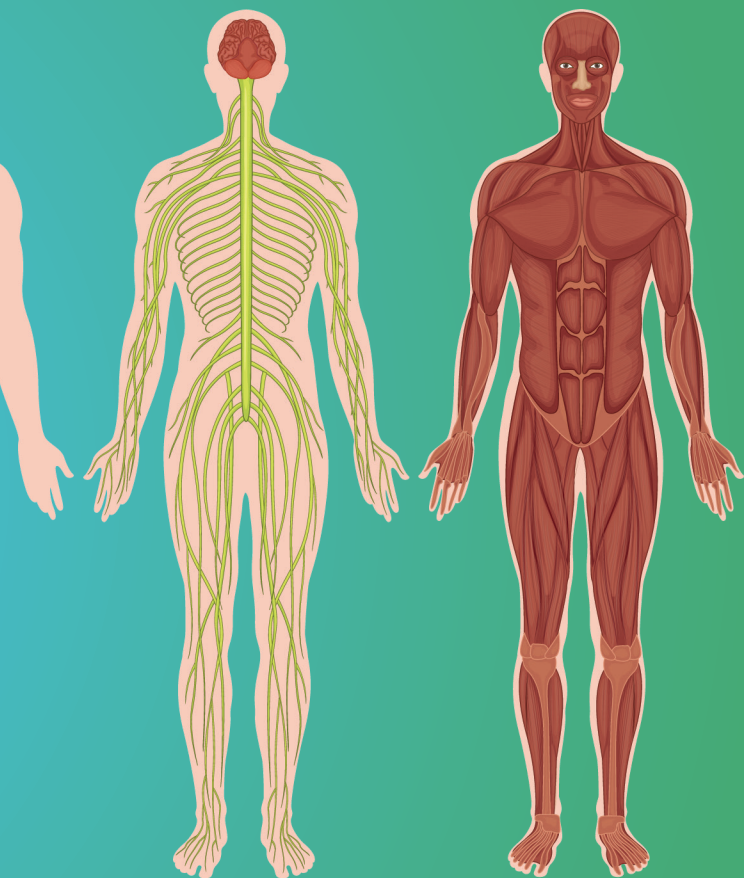
Sistemas de órganos humanos y la obtención de energía biológica

Situación de aprendizaje

A los estudiantes de cuarto curso de secundaria les llamó la atención ver a su docente de Biología comprando gasolina premium en una estación de combustibles en vez de gasolina regular. Al preguntarle en la clase del día siguiente por qué usaba esa gasolina, les respondió que era lo que garantizaba el óptimo funcionamiento de su carro, lo que se traduciría en ahorro de dinero. Les explicó que el cuerpo humano funciona de manera similar y les pidió que identificaran los alimentos y hábitos más apropiados para preservar nuestra salud para al final presentar los resultados en una exhibición frente a toda la clase.

Contenido

- El sistema digestivo: estructura y función
- Enfermedades asociadas e higiene del sistema digestivo
- El sistema circulatorio: estructura y función
- Enfermedades asociadas y cuidado del sistema circulatorio
- Estructura, funcionamiento e higiene del sistema respiratorio
- Actividad grupal: Enseño a mi cuerpo cómo mantenerse sano
- Evaluación



Aa

Bilis: secreción amarillenta que produce el hígado de los vertebrados, importante en el proceso de la digestión.

Vellosidades: en un epitelio, como el del intestino o la placenta, extensión con forma de dedos que aumenta la superficie de absorción.

Sistema digestivo: estructura y función

¿De qué forma el sistema digestivo convierte el alimento que ingerimos en pequeñas partículas asimilables para nuestras células? ¿La energía contenida en los alimentos que consumimos se libera durante el proceso de digestión?

Los seres humanos obtenemos energía mediante el consumo de otros organismos de la cadena trófica, que son la fuente de alimento para satisfacer nuestras necesidades calóricas y nutricionales.

Basados en su composición, los alimentos se clasifican en cereales integrales y sus derivados, importante fuente de carbohidratos y vitaminas del complejo B; frutas, ricas en azúcares, vitaminas y minerales; verduras y hortalizas con un alto contenido de fibra y vitaminas; lácteos y sus derivados, con un contenido alto de carbohidratos, proteínas y grasas; carnes, pescados y legumbres, fuentes de proteínas (las carnes y pescados ricos en ácidos grasos omega 3). **El Fondo Internacional para la Investigación Mundial sobre el Cáncer** recomienda conformar nuestras comidas con 2/3 de frutas, verduras y legumbres; también cereales integrales y sus derivados. A esta proporcionalidad le llamamos **dieta balanceada**.

Los alimentos deben producirse en condiciones que garanticen su integridad nutricional, libres de tóxicos como pesticidas, agroquímicos u otras sustancias nocivas para el organismo que se convertirá en alimento y, por ende, para nuestra salud.

La **digestión** es un proceso metabólico **catabólico**, es decir, se obtienen moléculas sencillas a partir de la degradación de moléculas complejas. El metabolismo **anabólico**, por el contrario, se basa en la síntesis o fabricación de moléculas complejas a partir de otras sencillas; tal es el caso de la fotosíntesis. Los procesos metabólicos requieren de la acción de las enzimas, que son proteínas encargadas de **acelerar** las reacciones químicas; para tales fines, estas se unen a un sustrato específico y posteriormente se genera un producto.

La digestión ocurre en el **sistema digestivo** (figura 2), conformado por la **boca**, donde se colocan los alimentos y se inicia la digestión oral gracias a la acción de las glándulas salivares y la producción de la amilasa, enzima que degrada el almidón. La **faringe** y el **esófago** son los canales a través de los cuales pasa el **bolo** alimenticio, conformado por el alimento luego de su procesamiento inicial por acción de la masticación y la saliva. Gracias a los movimientos peristálticos del esófago (contracción progresiva de



Figura 1. El sancocho es un plato insignia de la República Dominicana. Se sirve en celebraciones especiales y posee un alto valor nutritivo por su alto contenido en proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales.

Fuente: <https://informe56.com/2022/09/16/de-donde-viene-el-sancocho-dominicano-y-que-lo-distingue-de-otros-caldos-preparados-en-la-region/>

un extremo a otro de este), los alimentos pasan al **estómago**, órgano en el que ocurre la digestión estomacal por la acción de los jugos gástricos y el ácido clorhídrico.

El producto de esta digestión, llamado **quimo**, pasa al **intestino delgado** a través del píloro, donde se realiza la digestión intestinal por la acción del jugo intestinal, el jugo pancreático (**páncreas**) y la **bilis** (**hígado**). Durante la digestión se sintetizan enzimas en las glándulas páncreas e hígado. El páncreas produce a diario aproximadamente un litro de jugo que contiene enzimas tales como lipasas (encargadas de la degradación de triglicéridos y fosfolípidos); amilasa y proteasa (asociadas con la degradación de los carbohidratos y los polipéptidos). La vesícula biliar, localizada en el hígado, sintetiza y almacena la bilis, sustancia asociada a la ruptura de gotas lipídicas.

La absorción de los nutrientes ocurre mediante la acción de las **vellosidades** intestinales. En el **intestino grueso** se reabsorbe el agua y, por la acción de la microbiota intestinal (comunidad de microorganismos vivos que habitan en el tubo digestivo), se degradan algunos carbohidratos y se sintetiza la vitamina K. El proceso digestivo culmina con la **egestión**, expulsión de las heces a través del recto y el ano.

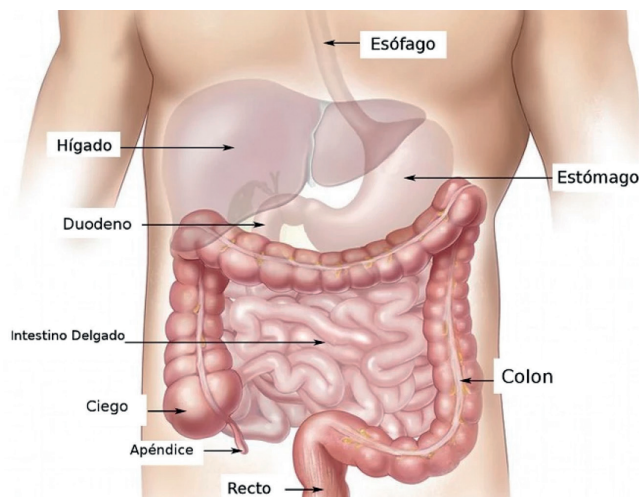


Figura 2. Sistema digestivo.

Fuente: https://pymstatic.com/48088/conversions/sistema-digestivo-wide_webp.webp



- **Observa** los alimentos que se venden con más frecuencia en los mercados de tu comunidad e indica cuáles consumes en el desayuno, en el almuerzo y en la cena. ¿Consideras que te nutres apropiadamente? Justifica tu respuesta.
- **Identifica** cuáles son las especies de microorganismos que conforman el microbiota intestinal.



Figura 3. Merca Santo Domingo es un establecimiento localizado en las afueras de la ciudad de Santo Domingo, que pertenece a los Mercados Dominicanos de Abastecimiento de Productos Agrícolas (Mercadom).

Fuente: <https://www.mercadom.gob.do>



- Identifica de manera correcta acciones de riesgo para su salud y el medioambiente.
- Formula, analiza y evalúa pertinentemente las evidencias que dan respuestas a problemas y fenómenos asociados con explicación de la biología, comprendiendo el alcance de la biología, y de los conceptos.

Aa

Helicobacter pylori: tipo de bacteria que causa inflamación y úlceras en el estómago o el intestino delgado.

Microbiota: flora microscópica que reside en un organismo.

Enfermedades asociadas e higiene del sistema digestivo

¿Cuáles son las enfermedades más frecuentes del sistema digestivo?

El correcto funcionamiento del sistema digestivo está directamente relacionado con una serie de factores, entre ellos una dieta balanceada, la ingesta adecuada de agua, horarios regulares de comidas y hábitos saludables, entre ellos el ejercicio, el lavado apropiado de manos, el consumo de alimentos bien cocidos e higiénicamente preparados, etc. Sin embargo, hay una serie de enfermedades asociadas al sistema digestivo que debemos conocer para aprender a prevenirlas y reconocer sus síntomas de manera que, en caso de necesitarlo, busquemos ayuda profesional de inmediato.

Una de las afecciones más frecuentes son las úlceras gástricas, lesiones o heridas que aparecen en el revestimiento estomacal o mucosa gástrica, en el duodeno y en ocasiones en la parte inferior del esófago, debido a múltiples factores, entre ellos infecciones bacterianas, por *Helicobacter pylori*, por ejemplo.

También podemos citar las **enfermedades inflamatorias**, entre estas la gastroenteritis (inflamación del revestimiento del estómago y los intestinos), la gastritis (inflamación del revestimiento interno del estómago), la colitis (inflamación del colon) y por último, la apendicitis (inflamación del apéndice, un pequeño saco que se deriva del colon en el lado inferior derecho del abdomen). La causa común entre todas estas es la infección por algún virus o bacteria, cuya proliferación genera una respuesta inmune en forma de inflamación. También puede estar asociada a enfermedades genéticas, a reacciones alérgicas, a medicamentos o alimentos.

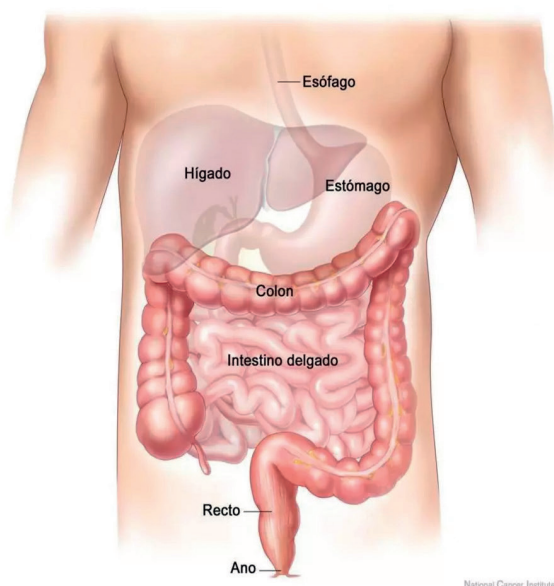
Por último, encontramos la **desnutrición**, que puede provocar graves problemas de salud a los seres humanos; esta es el resultado de la ingesta inadecuada de nutrientes. En la actualidad millones de personas en el mundo no tienen alimentos suficientes o carecen de una dieta balanceada. Debido al déficit nutricional, las personas pueden sentir debilidad, fatiga y ser propensas a infecciones como resultado de una función inmunológica deprimida.

Para cuidar el sistema digestivo es preciso llevar una dieta balanceada, que incluya alimentos ricos en fibra, proteínas y ácidos grasos omega 3,



Figura 4. Centro de Gastroenterología de la Ciudad Sanitaria Dr. Luis Eduardo Aybar. Santo Domingo, D.N.
Fuente: <https://snsdigital.gob.do/centro-de-gastroenterologia-ofrece-mas-de-53-mil-consultas-al-ano/>

vitaminas, minerales etc., tales como vegetales, frutas, semillas y pescado, entre otros. Todos estos son alimentos importantes para el metabolismo celular y el correcto funcionamiento de nuestro organismo. El consumo de sustancias irritantes como el alcohol, grandes cantidades de cafeína, alimentos altos en grasa, en azúcar y el cigarrillo puede propiciar el desarrollo de problemas digestivos por lo que se deben evitar. Para promover la salud digestiva se recomienda consumir al menos dos litros de agua diariamente, y probióticos para la salud de la **microbiota** intestinal.



- Gastritis
- Colitis
- Enteritis
- Úlcera gástrica
- Reflujo gastroesofágico
- Diverticulosis
- Diarrea
- Estreñimiento
- Sangre oculta en heces
- Várices esofágicas
- Várices gástricas
- Esofagitis
- Hipercloridia (acidez estomacal)
- Cáncer de estómago
- Meteorismo
- Parasitosis severas
- Amibiasis
- Halitosis

Figura 5. Patologías del sistema digestivo.

Fuente: <https://image.slidesharecdn.com/sistemadigestivo-enfermedades-101009223906-phppp02/75/sistema-digestivo-enfermedades-1-2048.jpg?cb=1665827046>



- **Evalúa** tu dieta y tus hábitos de vida y **verifica** si existen factores de riesgo asociados a la ocurrencia de enfermedades del sistema digestivo.
- **Investiga** cuáles son los efectos de la comida rápida en la salud humana.



- Aplica acciones proactivas apropiadas a un estilo de vida saludable y con el medioambiente.
- Interpreta de manera precisa el lenguaje científico y tecnológico considerando las ideas básicas y procesos científicos de la biología.

Capilares: vasos muy finos que enlazan en el organismo las circulaciones arterial y venosa, formando redes.

Hemoglobina: proteína formada por cuatro polipéptidos, dos cadenas alfa y dos cadenas beta, responsable del transporte del oxígeno en los mamíferos. Se localiza en el interior de los glóbulos rojos o eritrocitos.

Sistema circulatorio

¿Cuáles son las funciones de la sangre en los mamíferos?

Los seres humanos tenemos un **sistema circulatorio** cerrado, común entre los vertebrados, lo que implica que la sangre es transportada a todo el cuerpo por los vasos sanguíneos y luego retorna al **corazón**. Ese recorrido es posible gracias al tejido muscular especializado que conforma el corazón, órgano responsable del bombeo de la sangre, de la mano con el sistema nervioso, que envía impulsos nerviosos modulando los latidos.

El corazón es del tamaño de un puño y pesa aproximadamente medio kilogramo. Está dividido en cuatro cavidades (dos aurículas y dos ventrículos) separadas por un tabique o septo. El flujo de sangre a través de los vasos y las cavidades del corazón es regulado por válvulas que actúan como «puertas unidireccionales» para evitar reflujos.

En el sistema circulatorio humano podemos identificar diferentes tipos de vías para el **transporte de la sangre**, que se clasifican dependiendo de su tamaño. Las **arterias**, las vías de mayor tamaño, llevan la sangre cargada de oxígeno (O_2) desde el corazón hacia todo el cuerpo. Se van bifurcando en **arteriolas** (vasos **capilares** más pequeños) que a su vez van reduciendo su tamaño hasta formar capilares, los vasos sanguíneos más pequeños del cuerpo humano, de paredes muy finas para permitir el intercambio de sustancias y gases entre la sangre y el fluido intersticial que cubre a las células. Así ocurre la absorción de nutrientes por difusión. En este punto los capilares se unen y se agrupan en **venas**, que llevan la sangre cargada de desechos celulares como dióxido de carbono (CO_2) y otros compuestos de vuelta al corazón para ser bombeada a los pulmones y repetir el ciclo.

A pesar de su apariencia líquida, la sangre es un tejido compuesto por diferentes tipos de células: los **eritrocitos** o **glóbulos rojos**, que contienen **hemoglobina** y son los encargados del transporte del O_2 y del CO_2 en el organismo; los **glóbulos blancos**, un diverso grupo de células asociadas con los procesos inmunitarios, y las **plaquetas**, responsables de la coagulación de la sangre ante heridas o hemorragias. Todos estos componentes están suspendidos en el plasma, una mezcla de agua, proteínas, sales y otras sustancias disueltas (nutrientes, gases, desechos celulares y hormonas) que son transportadas a sus destinos correspondientes. En los humanos circulan entre 5 y 5.5 litros de sangre.

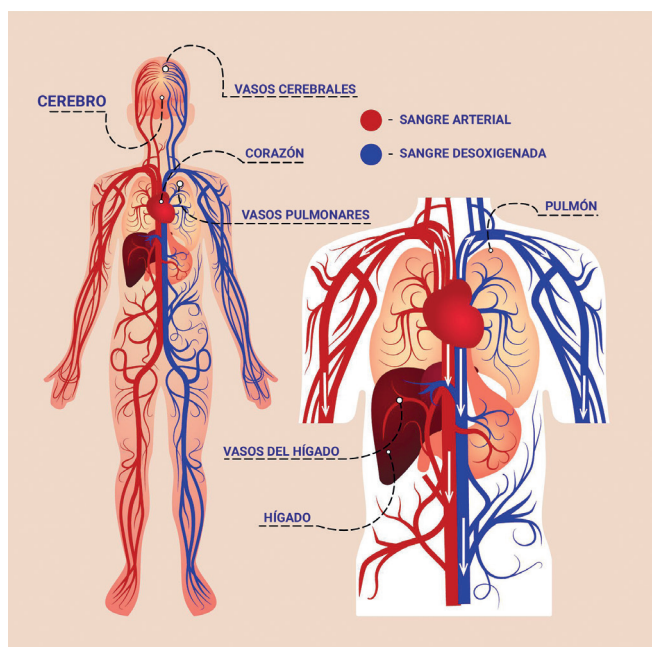


Figura 6. Sistema circulatorio.
Fuente: <https://www.freepik.es>

El sistema circulatorio cumple con **tres funciones primordiales**: la oxigenación de la sangre, luego de dirigirla hacia los pulmones; el transporte de sustancias presentes en la sangre (nutrientes y O_2) y la eliminación de desechos celulares, al recoger el CO_2 y otros compuestos como resultado del metabolismo celular.

Los nutrientes obtenidos mediante el proceso de digestión de los alimentos son transportados por la sangre a todo el organismo cuando se completa el proceso de absorción por las vellosidades intestinales localizadas en el epitelio del intestino delgado. Los nutrientes atraviesan la membrana plasmática de las células que recubren el epitelio de las vellosidades y luego se difunden a través de las células hacia los capilares sanguíneos adyacentes.



- **Esquematiza** en tu cuaderno el sistema circulatorio de un perro, **indica** cuáles son las semejanzas y las diferencias entre su sistema circulatorio y el de los humanos. **Dibuja** la estructura de un corazón humano y **señala** cada una de sus partes.
- **Investiga** cuáles son los requisitos que debe cumplir un donante para donar sangre. Con base en la lista de cotejo de la Cruz Roja nacional para donar sangre, **realiza** una revisión y **verifica** si calificas para ser un donante.



Figura 7. Hemocentro Nacional.
El Hemocentro es el eje principal de la Red Nacional de Sangre, integrada por 16 servicios en igual número de hospitales públicos a nivel nacional. Su objetivo es garantizar la disponibilidad y acceso oportuno a sangre segura para toda la población que así lo necesite.

Fuentes: <https://www.paho.org/es/noticias/30-8-2019-republica-dominicana-cuenta-con-su-primero-hemocentro-nacional> (texto)

<https://revistamedica.do/hemocentro-abrira-de-manera-parcial-y-suplira-sangre-en-los-centros-de-salud/> (imagen)



- Interpreta de manera precisa el lenguaje científico, así como su contexto y su alcance.
- Utiliza estrategias efectivas en la búsqueda de evidencias para dar respuesta a problemas o situaciones relacionadas con la biología.

Aa

Arterias coronarias: cada una de las dos arterias que nacen de la aorta y dan ramas que se distribuyen por el corazón.

Miocardio: parte muscular del corazón de los vertebrados, situada entre el pericardio y el endocardio.

Enfermedades e higiene del sistema circulatorio

¿Cuáles son los factores de riesgo asociados a la aparición de enfermedades del sistema circulatorio?

Existen factores de riesgo que afectan el funcionamiento del sistema circulatorio provocando una serie de síntomas que alertan sobre una posible **enfermedad cardiovascular**. La obesidad, el sedentarismo, condiciones genéticas o congénitas, el consumo de tabaco, el estrés y la edad son solo algunos, a los que se suma la contaminación atmosférica.

Las enfermedades más importantes son la **hipertensión arterial**, la **enfermedad de arterias coronarias** (EAC) y el **infarto o ataque al corazón**. Existen otras enfermedades asociadas al sistema circulatorio, pero vinculadas a defectos en la estructura del corazón (tamaño de algunas de las recámaras o la resistencia del tabique).

La **presión arterial (PA)** es la fuerza que ejerce la sangre sobre las paredes de las arterias. La **hipertensión arterial** ocurre cuando los valores de la PA exceden los 130/80 mm Hg. Las personas que la padecen pueden presentar dolores de cabeza, falta de aire y sangrados nasales.

La **arterioesclerosis**, acumulación de una placa o ateroma dentro de las arterias, es la causa principal de la EAC, la enfermedad cardíaca más frecuente.

Los infartos de **miocardio** o ataques de corazón son episodios en el que el corazón deja de recibir sangre o el volumen reduce significativamente debido a un bloqueo en las **coronarias**. Esta interrupción puede generar daños o destruir parcialmente el músculo cardíaco. Los **soplos** son sonidos silbantes, ásperos y chirriantes que se pueden percibir durante un latido; pueden ser congénitos o adquiridos y son causados por regurgitaciones (cuando una válvula no se cierra bien y la sangre se devuelve) o por estenosis (cuando la sangre fluye a través de una válvula rígida). Algunos síntomas son tos recurrente, desmayos, sudoración intensa con poca o ninguna actividad etc.

Finalmente, la anemia, como trastorno sanguíneo, es la reducción en la circulación de los eritrocitos o la disminución en la concentración de hemoglobina. Puede ser ocasionada por diferentes factores, entre ellos hemorragias, déficit de hierro y déficit de vitamina B12, entre otros. Sin embargo, existen algunas hereditarias, como la falcemia (anemia hemolítica crónica). Esta condición se debe a una mutación en el gen que



Figura 8. La Red Caribeña de Investigadores en Anemia Falciforme y Talasemia (Red Carest), agrupa a investigadores de todo el Caribe insular y promueve la elevación de la calidad de vida de personas afectadas con anemia falciforme y talasemia, la capacitación de profesionales de la salud y la colaboración en investigación asociada. Fuente: https://carest-network.org/?page_id=3009&lang=en

codifica la cadena de beta-globina, genera una hemoglobina disfuncional que ocasiona que luego de que glóbulo rojo libera el oxígeno, adquiere la forma de medialuna o de hoz, por lo que recibe el nombre de falcemia. Los glóbulos rojos falciformes son rígidos y viven entre 10 y 12 días debido a su destrucción temprana (hemólisis), a diferencia de los glóbulos rojos normales, cuya vida oscila entre 100-120 días. Tanto la hemólisis como la rigidez del glóbulo rojo falcémico promueven la **vaso-oclusión** (obstrucción de arterias y capilares de todo el organismo, incluido el cerebro), con el concomitante riesgo de un accidente cerebrovascular (ACV).

Algunas las medidas más importantes para prevenir estas enfermedades son la **actividad física** (realizar ejercicio físico de manera rutinaria); el control de peso mediante la ingesta de una **dieta saludable y balanceada**; cuidar la ingesta de alimentos altos en grasa, ya que esta se puede acumular en las paredes arteriales limitando el paso de la sangre, y evitar el consumo de alcohol y cigarrillos.

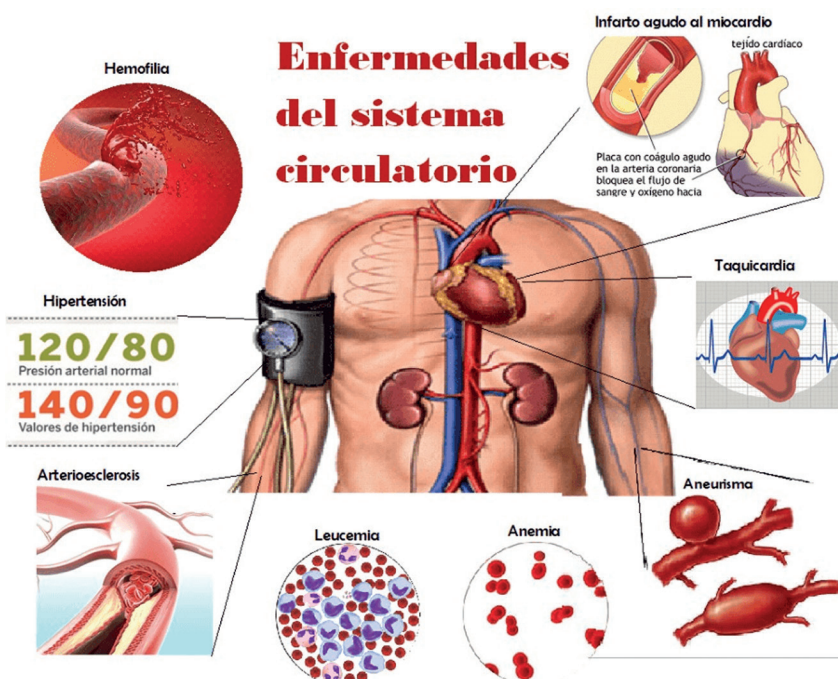


Figura 9. Enfermedades del sistema circulatorio.

Fuente: <https://quizizz.com/media/resource/gs/quizizz-media/quizzes/e1d4fe77-ab16-4632-94a0-5767b6119497>



- **Investiga** el efecto del ejercicio en el sistema cardiovascular.
- **Describe** cómo influye la obesidad en el riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular.



LabHemytal Laboratorio de Hemoglobinas y Talasemias
Una necesidad diagnóstica

Figura 10. El Laboratorio de Hemoglobinas y Talasemias (LabHemytal) es un laboratorio especializado en el diagnóstico de las hemoglobinas y las talasemias. Forma parte de la Unidad de Genética Médica del Hospital Pediátrico Dr. Robert Reid Cabral y es auspiciado por el Patronato de las Enfermedades Congénitas y Hereditarias, Inc. (PECyH). Fue fundado en 2006 y es pionera en el diagnóstico de las hemoglobinas, tanto estructurales como de síntesis, en la República Dominicana.

Fuente: <https://www.pecyh.org/laboratorio>



- Aplica de forma adecuada los, conceptos, principios ideas, modelos, teorías y leyes de la biología.
- Interpreta de manera precisa el lenguaje científico y tecnológico considerando las ideas básicas y procesos científicos de la biología.

Eritrocitos: glóbulos rojos de la sangre.

Alergeno: sustancia antigénica que induce una reacción alérgica en un organismo.

Sistema respiratorio

¿Sabes de qué forma el humo de cigarrillo afecta a nuestro sistema respiratorio? ¿Conoces los daños del humo de la hookah y los váper a tus pulmones?

Como vertebrados terrestres, el intercambio de gases en humanos se realiza a través de los pulmones, gracias a la contracción y la relajación del diafragma, un músculo en forma de cúpula; se inhala expandiéndose la caja torácica y llenando los pulmones de aire con oxígeno y exhalando el dióxido de carbono.

El sistema respiratorio está compuesto por las **fosas nasales**, por donde entra y sale el aire; este pasa inmediatamente a la cavidad nasal donde se calienta y se filtra. Allí se secreta moco, en el que queda atrapada cualquier partícula extraña que haya ingresado. Luego, este moco es empujado hacia la garganta para ser eliminado por el sistema digestivo, manteniendo así los pulmones libres de impurezas.

La **cavidad nasal** continua hasta la **laringe**, la epiglotis se encarga de cerrar la laringe para que los alimentos continúen al esófago y no hacia los pulmones. La corriente de aire pasa por la laringe y continúa a la tráquea, que se divide en dos **bronquios** que conectan a los pulmones. Los **pulmones** son dos órganos esponjosos que están en la cavidad torácica; en ellos es donde ocurre el intercambio de gases. Los bronquios se bifurcan y se vuelven continuamente más finos, numerosos y cortos, formando **bronquiolos**. La ramificación del árbol respiratorio continúa hasta su expresión más pequeña, el **alveolo**.

Cada pulmón contiene más de 200 millones de alveolos que realizan el intercambio de gases con los **eritrocitos**. Estas células contienen la hemoglobina, proteína especializada en el transporte de gases tales como el oxígeno y el dióxido de carbono. Debido a la corta distancia entre estos y a la diferencia de concentraciones entre el oxígeno y el dióxido de carbono, el intercambio gaseoso ocurre por difusión, asegurando la entrada de oxígeno y la salida de desechos metabólicos en forma de dióxido de carbono.

Las enfermedades asociadas con el sistema respiratorio se deben primordialmente a la entrada de algún agente infeccioso a los pulmones generando inflamación, falta de aliento, tos y, muchas veces, fiebre. La neumonía, la tuberculosis y la histoplasmosis son generadas por bacterias, virus, y hongos, respectivamente y, en la mayoría de los casos, son

manejadas con tratamiento de antibióticos. El asma es una enfermedad crónica en la que los pulmones y otras vías respiratorias se inflaman reduciendo la cantidad de aire que se puede inhalar y generando falta de aliento, tos y una sensación de opresión en el pecho. Los síntomas o ataques de asma pueden ser provocados por **alergenos**, sustancias que causan reacciones inmunológicas agresivas a compuestos inofensivos, por ejemplo, polen, gluten, semillas como maní, etc.

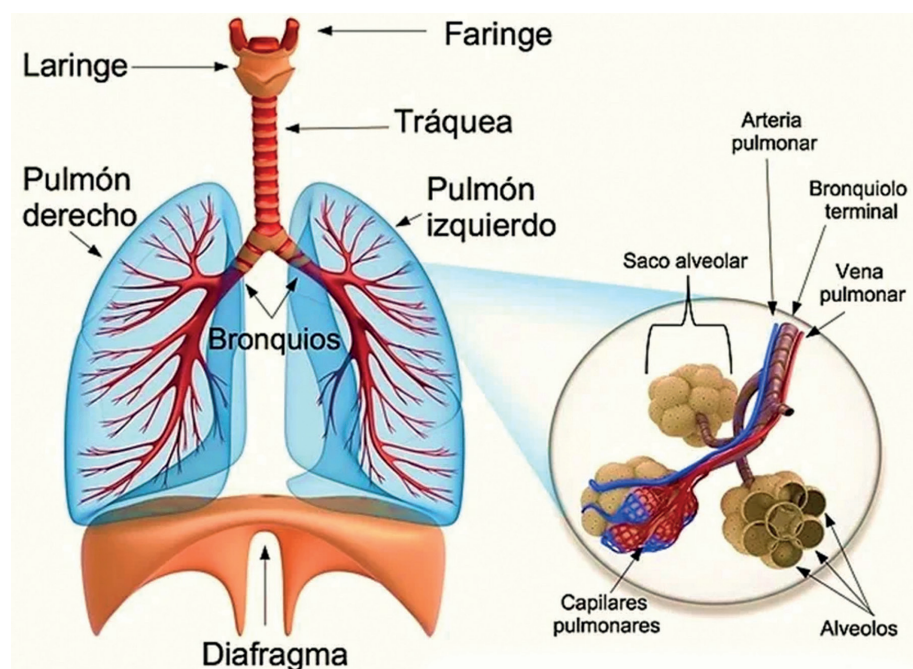


Figura 11. Esquema del sistema respiratorio en humanos.
Fuente: <https://tuguia de aprendizaje.co/taller-el-aparato-respiratorio/>

Para garantizar el buen funcionamiento del sistema respiratorio es recomendable realizar caminatas al aire libre para inhalar aire fresco, libre de contaminantes, utilizar ropa holgada, hacer ejercicios de respiración y relajación y evitar fumar. El consumo de cigarrillos es una de las causas más frecuentes de cáncer de pulmón y garganta debido a la composición química de los aditivos presentes en esos productos que, al ser quemado, genera humo altamente tóxico, el cual se produce a partir de distintos químicos que son reconocidos cancerígenos para los humanos y otros animales.



- **Investiga** cuáles son las etapas del proceso de adicción a la nicotina debido al uso cigarrillo y cuáles daños ocasiona a los alvéolos pulmonares.
- **Busca** en la web una publicación científica sobre los efectos de la hookah y los vaper a la salud humana.



Figura 12. Unidad de Neumología Hospital Dr. Salvador B. Gautier. La neumología es la rama de la medicina encargada del estudio del sistema respiratorio. El hospital Dr. Salvador B. Gautier cuenta con un excelente servicio de neumología y una residencia médica para la formación de especialistas en esta área.
Fuente: <https://hospitalgautier.gob.do>



- Interpreta de manera precisa el lenguaje científico y tecnológico considerando las ideas básicas y procesos científicos de la biología.
- Utiliza símbolos, términos, modelos, gráficas, teorías, leyes y definiciones de la biología.

Enseño a mi cuerpo cómo mantenerse sano

A. «La salud se define como un estado de bienestar físico, mental y emocional». La nutrición es uno de los grandes pilares en los que se sustenta la salud. Por eso, vamos a evaluar nuestra ingesta de alimentos en la escuela, así como también el tipo y tiempo dedicado a actividad física. Para ello visitarán la cafetería en grupos de tres personas: un miembro de cada grupo registrará los tipos de comidas que venden en ese lugar, otro registrará las bebidas y el tercero registrará en un formulario, previamente elaborado, qué compra cada estudiante que va a la cafetería en un horario determinado.

Para tales fines deberán seleccionar varios días y tal vez distintos recreos u horas de acceso de los estudiantes a la cafetería. El formulario o instrumento para la recogida de información deberá tener todos los alimentos que se venden en la cafetería organizados en grupos o categorías, por ejemplo, dulces, picaderas, galletas, frutas, snacks, jugos, refrescos, etc. Se deberá determinar cuántos estudiantes participarán en su «estudio sobre nutrición escolar» y durante cuánto tiempo (pueden afinar esos detalles con el docente responsable de la asignatura).

B. Una vez completada la colecta de la información, los grupos elaborarán una tabla con datos brutos para su análisis posterior.

C. A partir de la data obtenida en el estudio, respondan las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles alimentos son un factor de riesgo para enfermedades del sistema digestivo o del sistema circulatorio?
2. ¿Cuáles serían sus recomendaciones a los administradores de la escuela en materia de nutrición?
3. ¿Qué alimentos de expendio eliminarían de la cafetería?, ¿cuáles incluirían?

NOTA: Consulta el documento de la FAO sobre cafeterías escolares para enriquecer tu propuesta de proyecto. <https://www.fao.org/3/am037s/am037s.pdf>

D. La actividad física es otro de los pilares sobre el cual se sustenta nuestra salud. El ejercicio físico diario garantiza que nuestro sistema circulatorio se fortalezca y funcione de manera óptima, pues ayuda a mantener un peso corporal idóneo y vigoriza nuestro sistema respiratorio. El ejercicio físico es una de las más importantes fuentes de salud y bienestar. En ese sentido, realizarás una encuesta en tu clase sobre «ejercicio y actividad física» con la que investigarás sobre el tipo de actividad física, la frecuencia, los lugares donde realizan actividad física tus compañeros de clases y sus familias.

- a. Establezcan claramente los objetivos de su encuesta.
- b. Elaboren el instrumento de recogida de datos.
- c. Confeccionen la tabla de datos brutos.
- d. Determinen el tipo de análisis que van a realizar con los datos obtenidos y el «cruce de variables»; por ejemplo, relación entre frecuencia de actividad física (variable) y presencia de enfermedad cardiovascular o del sistema circulatorio (variable). Para ello necesitarán ayuda de su docente de matemáticas, a fin de que les recomiende el tipo de análisis más adecuado, dependiendo de su caso en particular.
- e. Luego de completar el procedimiento, expongan sus resultados en clase y socialicen las similitudes y diferencias de sus datos con los de otros grupos.



■ **Verifica** tus saberes y **responde** las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles nutrientes deben estar presentes en una dieta balanceada?
- ¿Cuáles microorganismos conforman el microbiota intestinal?
- ¿Cómo determinas si una dieta es balanceada?
- ¿Cuáles son los factores de riesgo más importantes relacionados con la ocurrencia de enfermedades del sistema circulatorio?
- ¿Por qué el consumo frecuente de comida rápida podría ser un riesgo para tu salud?
- Describe la estructura de un corazón humano.
- ¿Cuáles son las características de una persona con anemia? ¿Por qué alguien con anemia «se marea»?
- ¿Cuál es la anemia hereditaria más frecuente en la República Dominicana?
- Indica qué forma el humo del cigarrillo afecta los alveolos pulmonares. ¿Qué sucederá con tus alveolos al cabo de diez años expuestos al humo de cigarrillo?
- Recopila cinco publicaciones científicas relativas a la asociación entre cáncer y tabaquismo.



Fuente: <https://www.freepng.es/png-vz79bp/>

Coevaluación

- **Replica** en tu cuaderno y **completa**.

Criterios	Nunca	A veces	Regularmente	Siempre
Los compañeros de mi curso se han interesado en los temas relativos al conocimiento y cuidado de los sistemas digestivo, circulatorio y respiratorio.				
Observo que participan de forma activa y entusiasta en las actividades asignadas.				
Los estudiantes de la clase reconocen la importancia de la información que hemos recibido para garantizar nuestra salud.				
Mis compañeros reconocen los más importantes factores de riesgo implicados en las enfermedades estudiadas en esta unidad.				

Autoevaluación

- **Completa** en tu cuaderno la siguiente rúbrica.

Criterios	Logrado	Medianamente logrado	En proceso
Identifico los sistemas de órganos estudiados, así como también la función de cada uno de ellos.			
Describo los factores de riesgo asociados a las enfermedades de cada uno de los sistemas estudiados.			
Conozco las enfermedades más importantes relacionadas con cada sistema de órganos estudiados.			
Explico las recomendaciones y sugerencias para garantizar la salud de los sistemas digestivo, circulatorio y respiratorio.			



Competencias Específicas

- Se comunica utilizando el lenguaje científico y tecnológico fundamental de la biología que implica ideas, leyes, modelos y procesos.
- Ofrece explicaciones y estrategias científicas y tecnológicas a problemas relacionados con los fundamentos de la biología.
- Asume y actúa con responsabilidad crítica y autónoma para un desarrollo sostenible, cuidado ambiental y su salud, basadas en las ideas y teorías de la biología.

Unidad 9

Actividad física humana y sistemas corporales asociados

Situación de aprendizaje

Las edificaciones modernas cuentan no solo con estructuras sólidas y de belleza arquitectónica, sino también con modernos sistemas de seguridad basados en sensores de alto alcance. Las estructuras deben ser cuidadosamente diseñadas para poder satisfacer las necesidades de sus usuarios, a la vez que deben recibir un mantenimiento adecuado y oportuno. Después de haber revisado el tema sobre la estructura y funcionamiento del cuerpo humano, los estudiantes formarán grupos, socializarán entre ellos cuáles estructuras del cuerpo podrían compararse con una edificación, identificarán los soportes, los sistemas de percepción, mantenimiento, etc., y presentarán sus conclusiones utilizando un cuadro comparativo.

Contenido

- Sistema excretor: hablemos del sistema urinario
- Enfermedades e higiene del sistema excretor urinario
- Estructura corporal y sistema esquelético
- Sistema muscular y movilidad
- Sistema nervioso y percepción sensorial
- Actividad grupal: La realidad de las drogas en mi entorno
- Evaluación

<https://images.visitarepublicadominicana.org/beisbol-en-republica-dominicana.jpg>

Aa

Urea: producto nitrogenado que constituye la mayor parte de la materia orgánica.

Creatinina: producto del metabolismo de las proteínas musculares. Si aparecen altos niveles de estas moléculas en la sangre por lo general hay pronóstico de trastornos renales.

Sistema excretor: hablemos del sistema urinario

¿Cuántos sistemas de órganos están vinculados a la excreción de desechos en los seres humanos?

Además de los nutrientes presentes en los alimentos, los organismos también necesitan el agua para vivir. El sistema excretor está vinculado no solo con la liberación de sustancias de los desechos del organismo, sino también con los mecanismos de **osmorregulación**, un mecanismo homeostático vinculado con el control del medio interno del organismo y directamente relacionado con el control de las concentraciones de agua y sal de los líquidos corporales en los animales.

Durante el desarrollo de los procesos metabólicos se producen desechos, entre ellos dióxido de carbono (CO_2), urea, ácido úrico y amoníaco, que deben ser expulsados del organismo oportunamente. El proceso que permite la liberación de estos desechos tóxicos se llama **excreción**.

El **sistema excretor** comprende una serie de órganos y glándulas de diferentes sistemas que participan en la liberación de **desechos**; por ejemplo, los producidos en la respiración celular (agua y CO_2), son expulsados por los pulmones durante la exhalación.

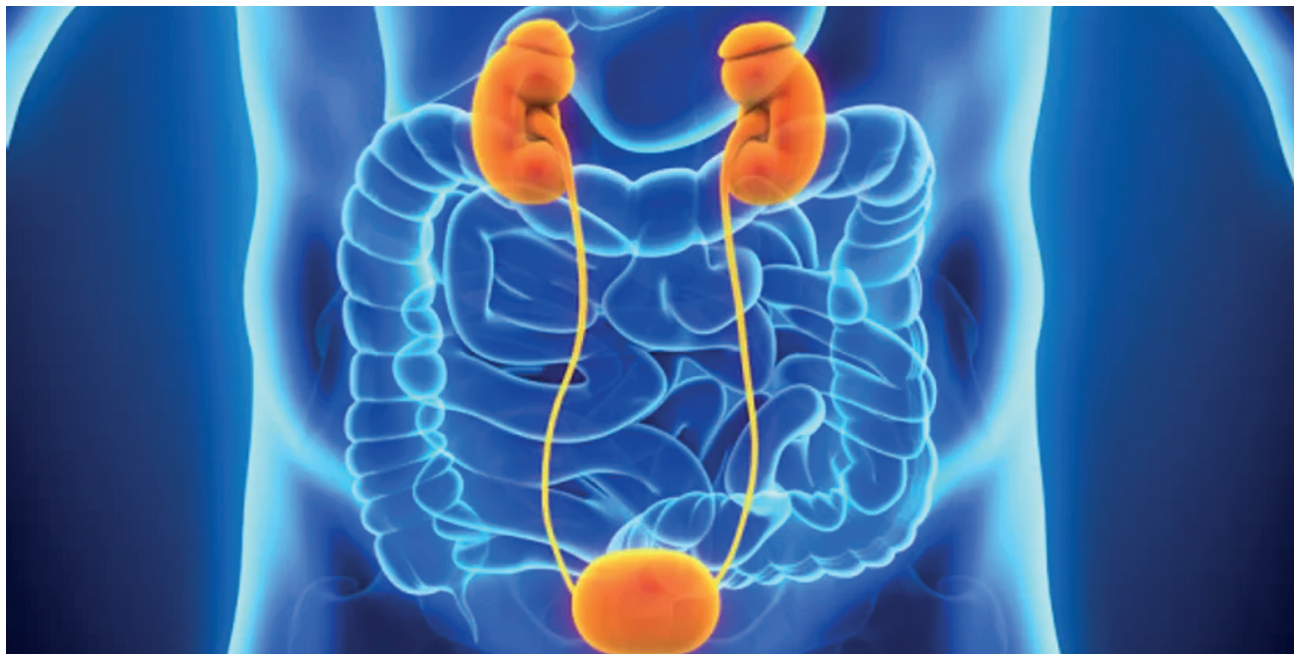


Figura 1. Imagen del sistema urinario en humanos.

Fuente: <https://www.docfinder.at/urologe/1130-wien/dr-joerg-schmidbauer/leistungen/nieren-und-hamleitersteine>

En esta ocasión vamos a referirnos al sistema **urinario humano**, responsable de eliminar desechos del metabolismo del nitrógeno (**urea**, ácido úrico, **creatinina** y sales orgánicas de amonio) y de regular el balance hídrico del organismo, mediante el ajuste de la concentración de sal y agua en la orina. Este sistema está formado por riñones, vejiga urinaria, uréteres y uretra.

Los riñones están conformados por la corteza renal (parte exterior), y por la médula renal (en su parte interior). Cada uno posee más de un millón de **nefronas**, células renales que participan en el proceso de filtrado de la sangre para eliminar los desechos tóxicos. El producto de desecho es la orina, que circula a través de los uréteres hasta la vejiga, donde se acumula y posteriormente se desecha a través de la uretra.

La producción de la orina es el resultado de la **filtración** de la sangre; el líquido filtrado se absorbe (**reabsorción**), para recuperar sustancias que puedan ser de provecho para el organismo, y posteriormente expulsarlo del cuerpo (**secreción**). El filtrado se reabsorbe en el **glomérulo**, estructura interna de la nefrona formada por una especie de ramillete de capilares.

La reabsorción es regulada por la acción de diversas hormonas, entre ellas la aldosterona. El ultrafiltrado pasa por el **asa de Henle**, estructura de la nefrona vinculada con la reabsorción de iones de sodio, potasio cloro y agua, etc.; así como también con la colecta de los desechos del filtrado en la forma de **orina**, mediante los tubos colectores. La etapa final de la producción de la orina es la **secreción tubular**; sin embargo, su excreción ocurre a través de la uretra.



- **Registra** en tu cuaderno durante una semana el conteo de tu consumo diario de agua, es decir cuántos vasos de agua tomas al día. La unidad de conteo será un vaso de 235 ml. ¿Cuántos vasos de agua debe ingerir una persona diariamente?
- **Describe** el proceso de purificación del agua por ósmosis inversa y **compáralo** con el proceso tradicional de purificación; **indica** si esta tecnología posee riesgos potenciales a la salud humana.

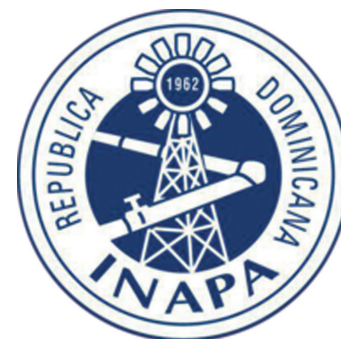


Figura 2. Logo del Instituto Nacional de Aguas Potables (INAPA).

El INAPA es una institución gubernamental a cargo de la provisión de los servicios de agua potable a todo el territorio nacional, así como también del manejo y disposición final de las aguas residuales que se generan como producto de la actividad humana. Simplemente la institución a cargo del suministro de agua potable a la población y la vinculación del consumo de agua potable (en las cantidades adecuadas) para asegurar la salud del sistema excretor, en particular del sistema urinario.

Fuente: <https://www.inapa.gob.do/>



- Utiliza estrategias efectivas en la búsqueda de evidencias para dar respuesta a problemas o situaciones relacionadas con la biología.
- Planifica acciones efectivas que promuevan cuidado de su salud y del medio ambiente.

Sistema excretor: Conjunto de órganos cuya función es eliminar los desechos producidos por los procesos metabólicos del cuerpo.

Enfermedades e higiene del sistema excretor urinario

¿Cuáles son las enfermedades más frecuentes del sistema excretor urinario? ¿Conoces algún procedimiento para manejar las complicaciones de este sistema?

Debido a la naturaleza de los residuos metabólicos que expulsamos a través de los diferentes órganos del **sistema excretor** (sudor, orina, heces, etc.), es muy importante saber cómo debemos higienizar nuestro cuerpo para evitar enfermedades infecciosas. Por esta razón, vamos a describir dos de las enfermedades más frecuentes del sistema responsable de la producción de la orina: los cálculos renales y la cistitis.

Los **cálculos renales**, también conocidos como urolitiasis o nefrolitiasis (y coloquialmente como «piedras en los riñones»), son acumulaciones endurecidas formadas por sales y minerales producto de los desechos celulares recogidos en el torrente sanguíneo en forma de iones, los cuales se cristalizan dentro de los riñones cuando la orina se concentra. Los cálculos renales pueden afectar las vías urinarias y a los riñones, además de generar dolor y molestias mientras estos transitan hasta la vejiga para su expulsión por la uretra.

Otra afección común es la **cistitis**, que es la inflamación de la vejiga. Esta condición es causada por diversos factores, entre ellos la retención de orina por largos períodos de tiempo, lo que genera una infección debido a la presencia de bacterias en su composición. Algunos de los síntomas que sugieren la presencia de la cistitis son fiebre, una intensa y constante necesidad de orinar, dolor y ardor al orinar, hematuria o sangre en la orina y también aspecto turbio y con olor fuerte debido a la presencia de bacterias.

La salud de nuestro sistema excretor depende de una serie de hábitos y buenas prácticas que deberán formar parte de nuestro estilo de vida para evitar el riesgo de contraer infecciones que pongan en riesgo nuestra integridad. Uno de los hábitos más significativos es el consumo adecuado de agua: tomar dos litros de agua diariamente (ocho vasos de 235 ml), garantiza el correcto funcionamiento del sistema excretor y la eliminación de desechos y toxinas.

Por otra parte, no se debe retener por tiempo prolongado la orina y se debe evacuar en tiempos oportunos, idealmente cuando la necesidad surja. Se deben incluir en la dieta alimentos ricos en fibra para evitar

el estreñimiento, con toda la secuela de perjuicios a la salud, entre ellos inflamación abdominal y evacuación dolorosa.

El baño diario siempre será una de las formas más completas para limpiar nuestro cuerpo de desechos como el sudor de la transpiración, restos de orina o de heces fecales. Utilizar ropa interior limpia y holgada, idealmente de algodón, lavar las manos correctamente y mantener el sistema excretor en buen estado garantiza, en gran parte, el correcto funcionamiento de los demás órganos del cuerpo.



DIRECCIÓN DE CENTROS HOSPITALARIOS DEL SNS
PROGRAMAS DE DIÁLISIS EN LA REPÚBLICA DOMINICANA
 (Actualizado al 21 de febrero 2021)

SERVICIO REGIONAL DE SALUD	NOMBRE DEL HOSPITAL	ATENCIÓN PACIENTES RENALES COVID-19
METROPOLITANO (O)	HOSPITAL VINICIO CALVENTI (En Remodelación)	-
	CECANOT	SI
	HOSPITAL DARÍO CONTRERAS	-
	HOSPITAL ANGEL CONTRERAS	SI
	HOSPITAL BILLINI	-
	HOSPITAL SALVADOR GAUTIER	-
	HOSPITAL MARCELINO VÉLEZ	-
	HOSPITAL MOSCOSO PUELLO	-
	INCART	-
	HOSPITAL NEY ARIAS LORA	-
VALDESIA (I)	HOSPITAL J MAÑON	-
	HOSPITAL JUAN PABLO PINA	-
NORCENTRAL (II)	HOSPITAL CABRAL Y BÁEZ	SI
	HOSPITAL RICARDO LIMARDO	SI
	HOSPITAL ESTRELLA UREÑA	-
	HOSPITAL ARTURO GRULLÓN	-
NORDESTE (III)	HOSPITAL SAN VICENTE DE PAÚL	SI (Guiza*)
ENRIQUILLO (IV)	HOSPITAL JAIME MOTA	-
ESTE (V)	UNIDAD DE HEMODIÁLISIS HGNSA	-
	HOSPITAL PROV. NUESTRA SEÑORA DE LA ALTAGRACIA	SI
	HOSPITAL REG. DR. ANTONIO MUSA (Pendiente Remodelación)	-
EL VALLE (VI)	HOSPITAL DR. ALEJANDRO CABRAL	SI
	HOSPITAL TAIWÁN	SI
CIBAO CENTRAL (VIII)	HOSPITAL MORILLO KING	-
	HOSPITAL TRAUMATOLÓGICO PROF. JUAN BOSCH	-
	HOSPITAL TORIBIO BENCOSME	-

*Nota: Los pacientes renales con Covid-19 de la SRS Nordeste serán atendidos en el Centro de Aislamiento y Cuidados Intensivos de la Comunidad de Guiza.

Figura 2. Programa de Diálisis del Servicio Nacional de Salud (SNS) durante 2021.

Fuente: https://snsdigital.gob.do/wp-content/uploads/2021/03/Programa-de-Dialisis-en-RD_001-791x1024.jpg



- **Describe** «fallo renal» e investiga en qué consiste el proceso de diálisis.
- **Explica** la relación entre la diabetes y el fallo renal.



- Formula, analiza y evalúa pertinentemente las evidencias que dan respuestas a problemas y fenómenos asociados con explicación de la biología.
- Aplica acciones proactivas apropiadas a un estilo de vida saludable y con el medio ambiente.

Cabeza: parte superior del cuerpo humano y superior o anterior de muchos animales, en la que están situados el cerebro y los principales órganos sensoriales.

Fractura: rotura de un hueso.

Estructura corporal y sistema esquelético

¿Cuántos huesos tiene mi esqueleto?

En el reino animal existen diversas formas de soportes y estructuras corporales: organismos con esqueleto interno o endoesqueleto (los vertebrados), organismos con exoesqueleto conformado por quitina (los insectos). Los seres humanos poseen un endoesqueleto compuesto por 206 huesos. Para facilitar su estudio, el esqueleto humano se subdivide en **esqueleto axial** y **esqueleto apendicular**.

El **esqueleto axial** está conformado por los huesos dispuestos en el eje central de la anatomía humana: cráneo, columna vertebral y esternón. La **cabeza** está constituida principalmente por los huesos craneales y faciales. El rostro resulta de la fusión de 14 huesos, que juntos protegen al cerebro y otras estructuras. La columna vertebral está conectada al cráneo mediante una unión craneocervical que sirve como el pilar estructural del cuerpo sosteniendo su peso. La columna vertebral tiene 24 vértebras clasificados en regiones, según su posición: **región cervical** (cuello); **región torácica** (tórax); **región lumbar** (espalda); **región sacra**, (pelvis) y **región coccígea** (formada por vértebras fusionadas).

El esqueleto apendicular recoge los huesos de los brazos con la **cintura escapular**, dos clavículas y omoplatos; las piernas, con la **cintura pélvica**, y la cadera. Los apéndices humanos están formados por 30 huesos y tienen una terminación digitiforme. Ambas cinturas sirven como conexión entre las extremidades y el esqueleto axial.

Los órganos internos, como los pulmones y el corazón, son protegidos por la caja torácica, estructura ósea que consiste en el esternón, doce pares de costillas y las vértebras de la región torácica. Todo este sistema también le da apoyo al diafragma evitando que colapse durante los movimientos propios de la respiración.

En el sistema esquelético existen varias estructuras, llamadas **articulaciones**, que son el resultado de uniones entre dos o más huesos. Estas articulaciones se clasifican según la movilidad que estas permitan, en **inmóviles**, como las del cráneo, cuyos huesos están unidos por tejido conectivo fibroso llamado sutura; de **movilidad limitada**, aquellas que están unidas por un cartílago y que tienen un rango limitado de movimiento (como las vértebras de la columna), y de **movilidad libre**, en la que los espacios de unión están ocupados por una **cápsula articular** y dentro se secreta un lubricante viscoso denominado líquido sinovial,



Figura 3. El uso del motoconcho es parte del folklore dominicano y puede ser un riesgo serio de accidentes cuando se usa irresponsablemente. Según la OMS, en su informe 2022, la República Dominicana ocupa la primera posición en accidentes de tránsito, en general, con 65 muertes al año por cada 100,000 habitantes. Fotografía: Rubén Rodríguez

que facilita los movimientos. Para reforzar las cápsulas articulares y limitar el movimiento existen ligamentos, bandas de tejido conectivo fibroso.

Las enfermedades asociadas con el sistema esquelético están vinculadas al desgaste de las articulaciones causado por el uso excesivo, ejercicios de alto impacto y la edad. Una de las afecciones es la osteoartritis, asociada al desgaste del cartílago articular. Algunos de sus síntomas son inflamación, dolor y acumulación de líquido sinovial.

Además de las enfermedades articulares, el sistema esquelético también puede sufrir lesiones traumáticas. Por ejemplo, la rotura de un hueso, que se denomina **fractura** y puede clasificarse, dependiendo de su gravedad, en **fractura compuesta**, **abierta** o **expuesta** (aquella en la que hay rotura de la piel); **fractura oblicua** (la que ocurre en el mismo eje del hueso y puede ser ocasionada por un trauma o un movimiento brusco); **fractura conminuta** (rotura de un hueso en dos o más fragmentos relativamente pequeños) y **fractura espiral** (dispuesta alrededor del eje del hueso).

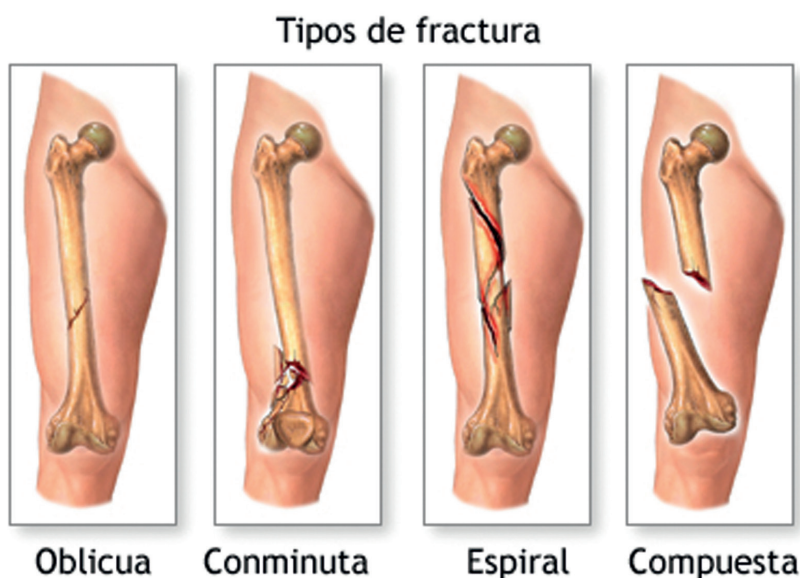


Figura 4. Ejemplos de fracturas en extremidades.

Fuente: https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/1096.htm

ADAM.



- **Investiga** qué tan importante es el agua en el proceso de depuración del organismo y cuántas formas de purificar el agua conoces.
- **Describe** cuál es la relación entre la vitamina D, la luz solar y tus huesos.



**HOSPITAL
TRAUMATOLÓGICO
DR. DARÍO CONTRERAS**

Figura 5. El Hospital Docente Universitario Dr. Darío Contreras fue fundado en 1959. Ofrece servicios del tercer nivel de atención y se especializa en servicios de ortopedia, traumatología, neurocirugía y cirugía buco-maxilofacial. Fuente: <https://www.dariocontreras.gob.do/>



- Utiliza símbolos, términos, y definiciones de la biología.
- Aplica acciones proactivas apropiadas a un estilo de vida saludable.

Sistema muscular y movimiento

Hematoma: acumulación de sangre en un tejido por rotura de un vaso sanguíneo.

Calambre: contracción muscular involuntaria, dolorosa y de corta duración.

¿Sabes cómo ocurre la contracción muscular?

A pesar de que la expresión del movimiento es más evidente en el reino animal debido al vuelo, el nado y la caminata de algunos organismos, esta es una característica inherente a todos los seres vivos. En el movimiento intervienen una serie de factores; entre ellos dos importantes proteínas: la miosina y la actina, que participan en el desplazamiento celular, en el de los organelos localizados en su interior, y en la contracción muscular de las fibras musculares.

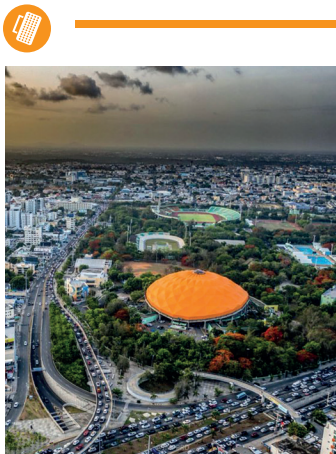


Figura 5. El Centro Olímpico Juan Pablo Duarte es un complejo deportivo multiuso ubicado en el corazón de la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana. Este espacio fue creado para la celebración de los XII Juegos Centroamericanos y del Caribe en 1974. Muchos dominicanos realizan caminatas diariamente en sus instalaciones, tanto a tempranas horas de la mañana, como al atardecer.

Fuente: <https://acento.com.do/deportes/abren-a-deportistas-centro-olimpico-juan-pablo-duarte-y-parque-del-este-8834607.html>

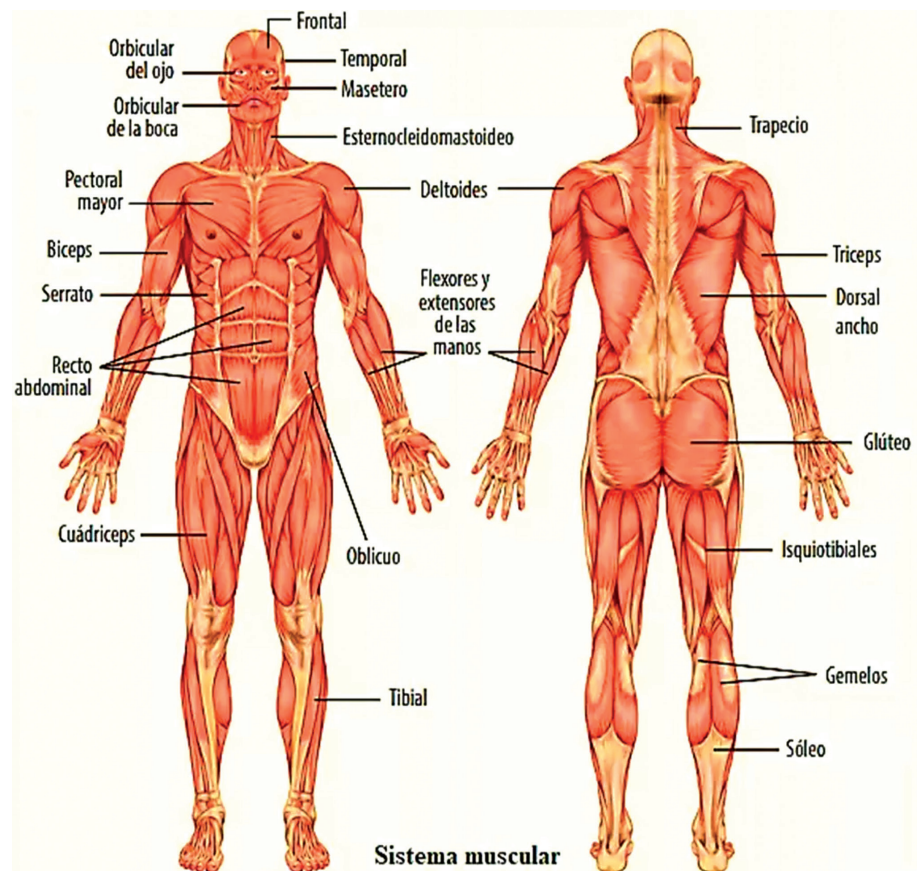


Figura 6. Sistema muscular humano. En la figura se observan los músculos más importantes que participan, junto al sistema esquelético, en la generación del movimiento. El movimiento surge como producto de la interacción coordinada entre los músculos, los huesos y las articulaciones.

Fuente: <https://tuquiadeaprendizaje.co/que-es-el-sistema-muscular/>

El conjunto de fibras musculares forma el tejido muscular. Dependiendo de su localización, se clasifica en: **esquelético**, **cardíaco** y **liso**. El primer tipo de músculo está anclado a los huesos y es responsable del movimiento voluntario y el desplazamiento de los vertebrados. El **músculo cardíaco** forma parte de la estructura del corazón y es el encargado del bombear la sangre a través del cuerpo. Por último, como parte del revestimiento de órganos como el estómago y los intestinos, está el **músculo liso**, que realiza movimientos involuntarios.

Los músculos esqueléticos están unidos a los huesos mediante fibras de tejido conectivo denominadas **tendones**. Los músculos del esqueleto se contraen «jalando» de estos tendones y tirando del hueso al cual están unidos, lo que genera movimiento. Dado que los músculos solamente pueden contraerse para lograr movimientos de empuje, hay grupos musculares que trabajan juntos en forma agonista-antagonista, es decir un músculo genera una acción denominada agonista (contracción), y otro produce el movimiento opuesto, llamado antagonista, logrando así movimientos de propulsión, vuelo y demás. En el cuerpo humano el bíceps y el tríceps funcionan como un complejo agónico y antagonístico, el bíceps dobla el brazo y el tríceps, de manera antagónica, lo extiende.

En ocasiones pueden producirse lesiones debido a un esfuerzo excesivo. No estirarse apropiadamente antes de actividad física intensa o una torsión fuera del rango de movimiento de una articulación, ocasionan dolor y, a menudo, inflamación, así como, dependiendo del grado de gravedad, la aparición de **hematomas**. Las lesiones musculares son: el **calambre** (molestia sin trauma directo); la **distensión** (estiramiento exagerado o «tirón», donde hay desgarramiento muscular); rotura muscular parcial (las fibras musculares se desgarran sin traspasar totalmente), y por último, rotura muscular total (en cuyo caso se requiere intervención quirúrgica para su reparación).



- **Describe** qué es un ejercicio de estiramiento y cuál es su finalidad.
- **Explica** qué es el sedentarismo y cuáles son los riesgos de este tipo de hábito a la salud humana.



Figura 7. Marileidy Paulino. Medallista de oro dominicana en los 400 metros planos en las Olimpiadas de Tokio 2022, se ha consagrado como la número uno en esta categoría tras la última actualización del ranking de la World Athletics (mayo de 2023). Fuente: <https://ciudadoriental.com/marileidy-paulino-la-numero-1-del-mundo-en-los-400-metros/>



- Interpreta de manera precisa el lenguaje científico y tecnológico.
- Identifica de manera correcta situaciones o acciones de riesgo para su salud.

Aa

Neurotransmisor: mensaje químico usado por las neuronas para comunicar impulsos nerviosos durante la sinapsis.

Sinapsis: unión entre dos inter-neuronas o entre una neurona sensorial y un efector (músculo o glándula).

Sistema nervioso y percepción sensorial

¿Cómo puedo percibir todo lo que está fuera de mi cuerpo, es decir mi entorno, y reaccionar a los estímulos?

El sistema nervioso (SN) dirige nuestra capacidad de reaccionar ante los estímulos externos y los movimientos coordinados que realizamos, además está involucrado en el procesamiento de información que nos permite el pensamiento y análisis. Las unidades básicas del SN son unas células especializadas denominadas **neuronas**; cada una tiene un cuerpo celular, axones y dendritas.

El SN se divide en dos partes: el **sistema nervioso central (SNC)** y el **sistema nervioso periférico (SNP)**. El SNC está localizado en el eje central del cuerpo y está compuesto por el **cerebro** y la **médula espinal**; el SNP está conformado por todos **los nervios**, conjunto de neuronas conectadas que se ramifican desde la médula espinal a través del cuerpo. El cerebro está protegido por tres membranas llamadas **meninges**: la duramadre (la más externa y adherida al cráneo); la aracnoides (capa media) y la piamadre (el tejido más cercano al cerebro). Las meninges sirven como soporte para los vasos sanguíneos, los nervios y el líquido **cefalorraquídeo** que rodean el cerebro.

Además de las neuronas existen las **células gliales**, las cuales, a pesar de no tener una función neuronal, sirven como apoyo para mantener las neuronas en la posición correcta, regular los **neurotransmisores** y generar la **mielina**, que sirve para aislar a las neuronas y eficientizar la tasa de la transmisión nerviosa.

El sistema nervioso funciona a través de impulsos nerviosos o eléctricos, estos no son más que mensajes eléctricos que se transmiten de una neurona a otra neurona, sin importar la distancia en la que estas se encuentren. El **axón** de origen de una neurona (célula presináptica) envía un impulso eléctrico y este es recibido por el axón de la neurona (célula post sináptica), mediante la acción de un mensaje químico que es enviado a través de neurotransmisores durante la **sinapsis**. La señal química se traduce nuevamente en un impulso eléctrico que es enviado de vuelta a las neuronas generando una **reacción**.

El flujo de la información nerviosa se resume de esta forma: (1) **Recepción** del estímulo por el receptor sensorial (órgano sensorial, sentidos), transmisión del impulso por una neurona aferente (o neurona sensorial). (2) **Integración** del impulso por interneuronas en el SNC (o neuronas



Figura 8. Los amigos se reúnen en el fin de semana a «compartir» bebidas alcohólicas en los diversos establecimientos comerciales del país. La «República Dominicana ocupa el séptimo lugar entre los países de América con mayor consumo de estas bebidas, con un promedio de 6.9 litros por persona al año, mientras que el 13 % de su población presenta algún grado de dependencia del alcohol». En RD se prohíbe el expendio de bebidas alcohólicas a menores de 18 años.

Fotografía: Rubén Rodríguez

de asociación, cuya función es integrar datos e informaciones sensoriales y determinar cuál será su curso). (3) **Transmisión** del mensaje sensorial por la neurona eferente, hacia un músculo o una glándula, y de esta forma se produce una reacción.

Una de las enfermedades de mayor importancia para el sistema nervioso es la **meningitis**, una inflamación de las meninges ocasionada por una infección usualmente viral, aunque también puede ser de origen bacteriano o fúngico. Algunos de los síntomas son fiebre y dolor de cabeza; si no es tratada apropiadamente puede llevar a la muerte.

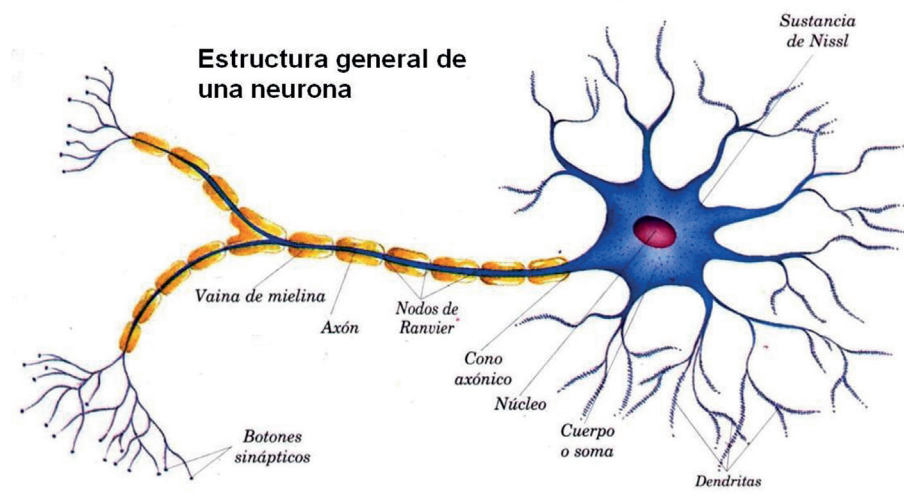


Figura 9. Esquema general de una neurona.

Fuente: https://www.educa2.madrid.org/web/argos/asclepio/-/book/atlas-de-histologia58?_book_viewer_WAR cms_tools_chapterIndex=885f4a49-c8ee-477f-bb26-6523299b1dee

El equilibrio del sistema nervioso se ve afectado cuando se consumen sustancias psicoactivas, como el alcohol y las drogas, entre otras, pues estas alteran funciones asociadas con la conducta humana, como las emociones y los pensamientos. La drogadicción es un terrible flagelo que puede deteriorar seriamente la salud del individuo e impacta negativamente en su círculo familiar y social. El exceso de alcohol tiene consecuencias negativas en el organismo y en todos los aspectos de la vida.



- **Describe** la relación entre descanso y sistema nervioso, cita alguna publicación científica. ¿Cuántas horas de sueño tienes normalmente?
- **Investiga y explica** los efectos del alcohol, a corto y mediano plazo, en el sistema nervioso y en la vida de las personas. ¿Crees que son más felices las personas que tienen dependencia al alcohol?



Figura 10. HOGAR CREA, INC. «Reeducando al adicto para una mejor sociedad». Institución fundada en 1975, dedicada a la lucha contra la adicción a las drogas. Su misión es reinsertar a las víctimas de las drogas a la sociedad, como entes dignos y productivos. Fuente: <http://hogarcrea.org/>



Mantener el sistema nervioso en buenas condiciones requiere de dormir bien. Para ampliar la información y conocer más, consulta en: <https://www.vitae.es/mantener-el-sistema-nervioso-en-buenas-condiciones/>



- Aplica acciones proactivas apropiadas a un estilo de vida saludable y con el medio ambiente.
- Formula, analiza y evalúa pertinentemente las evidencias.

Actividad grupal

La realidad de las drogas en mi entorno

Como de costumbre, los estudiantes se organizarán en grupos, en esta ocasión de tres personas.

1. Cada grupo realizará una lista de drogas legales, conocidas y socialmente aceptadas, como el alcohol, por ejemplo.
2. Cada grupo, de manera independiente, elaborará una tabla de drogas ilegales en la que debe aparecer el nombre común de la droga, el nombre oficial y los efectos adversos, secundarios o daños al sistema nervioso. Deben agregar una imagen de la droga en cuestión. Los grupos intercambiarán sus tablas y socializarán las novedades que hayan identificado en sus respectivas producciones.
3. Los grupos organizarán un debate sobre la legalización del uso de la marihuana (*Cannabis sativa*). Investigarán en diversas fuentes, incluyendo artículos científicos, entrevistas en la web a neurocientíficos, psiquiatras, psicólogos sobre las bases científicas, sobre el uso medicinal y el uso recreativo de la marihuana. Deberán incluir efectos secundarios, etc.
4. Por último, verifiquen los índices de violencia y criminalidad en las ciudades o países donde la marihuana se ha legalizado.



Figura 11. Muestras de barbitúricos y otras pastillas.

Fuente: <https://www.psicoactiva.com/wp-content/uploads/2018/05/Ejemplos-de-barbituricos.jpg>

La siguiente tabla servirá como instrumento de recolección de datos para desarrollar los puntos 1 y 2 de esta actividad grupal.

	DROGAS LEGALES					
	Nombre científico / común	Efectos adversos	Efectos secundarios	Daños al sistema nervioso	Materia prima	Imagen
1						
2						
3						
4						
5						
	DROGAS ILEGALES					
	Nombre	Efectos adversos	Efectos secundarios	Daños al sistema nervioso	Materia prima	Imagen
1						
2						
3						
4						
5						

- **Investiga:** ¿A qué crees que se debe el liderazgo mundial que tiene la República Dominicana en accidentes de tránsito? **Elabora** una propuesta sobre el tema que contenga los siguientes elementos.

- Introducción donde se plantee el problema
- Objetivos
- Justificación
- Algunos antecedentes y fundamentos teóricos sobre el tema (debe realizar una revisión bibliográfica; puede realizar entrevistas a personas directamente vinculadas con este tópico)
- Estrategia metodológica, técnicas e instrumentos utilizados para obtener los datos.
- Resultados
- Conclusión y recomendaciones

Formato: Arial 12, espacio sencillo, máximo de 10 páginas, mínimo 8 páginas.



Fotografía: Rubén Rodríguez

Coevaluación

- **Replica** en tu cuaderno la siguiente rúbrica y **completa**.

Criterios	Nunca	A veces	Regularmente
Los compañeros de mi curso se han interesado en los temas relativos al conocimiento y cuidado de los sistemas excretor, esquelético, muscular y nervioso.			
Observo que participan de forma activa y entusiasta en las actividades asignadas.			
Los estudiantes de la clase reconocen la importancia de la información que hemos recibido para garantizar nuestra salud.			
Mis compañeros reconocen los más importantes factores de riesgo implicados en las enfermedades estudiadas en esta unidad.			

Autoevaluación

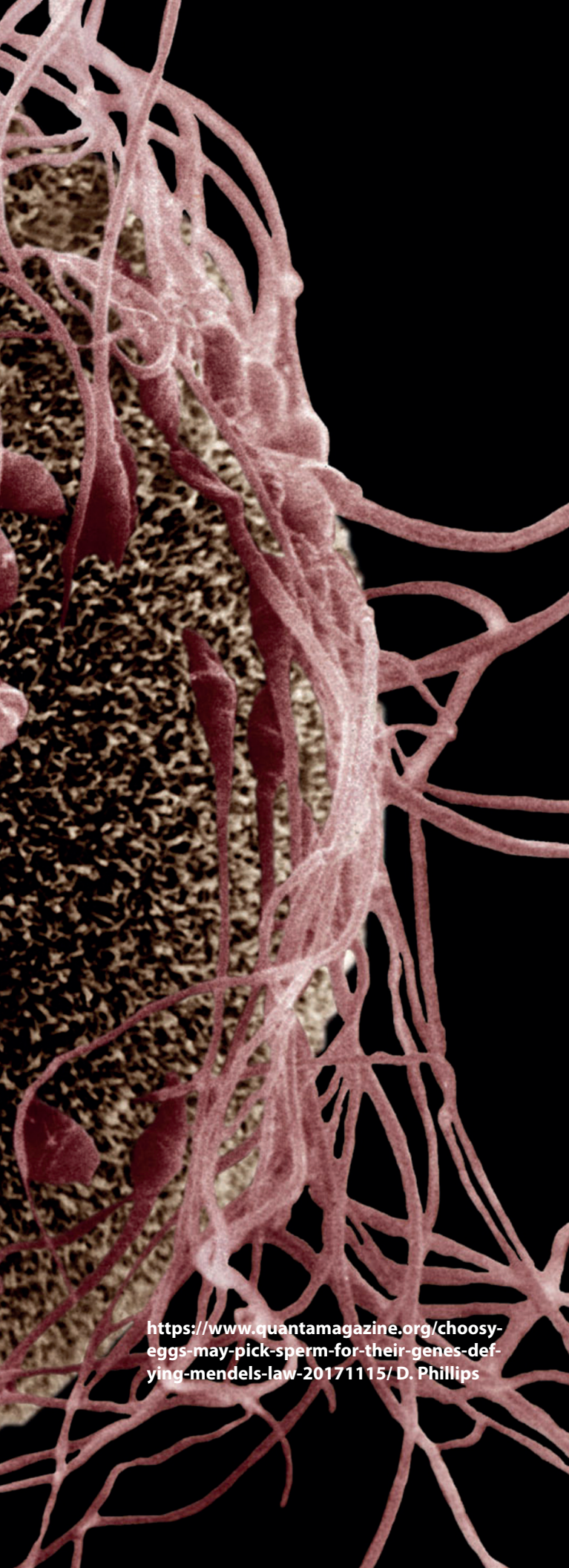
- **Completa** en tu cuaderno la siguiente rúbrica.

Criterios	Logrado	Medianamente logrado	En proceso
Identifico los sistemas de órganos excretor, esquelético, muscular y nervioso, así como también la función de cada uno de ellos.			
Describo los factores de riesgo asociados a las enfermedades de cada uno de los sistemas estudiados.			
Conozco las enfermedades más importantes relacionadas con cada sistema de órganos estudiados.			
Explico las recomendaciones y sugerencias para garantizar la salud de los sistemas excretor, esquelético, muscular y nervioso.			



Competencias Específicas

- Se comunica utilizando el lenguaje científico y tecnológico fundamental de la biología que implica ideas, leyes, modelos y procesos.
- Ofrece explicaciones y estrategias científicas y tecnológicas a problemas y fenómenos naturales relacionados con los fundamentos de la biología.
- Se cuestiona e identifica problemas y situaciones, y construye una explicación utilizando conceptos, modelos, leyes, teorías y procesos fundamentales de la biología y la biotecnología.
- Asume y actúa con responsabilidad crítica y autónoma para un desarrollo sostenible, cuidado ambiental y su salud, basadas en las ideas y teorías de la biología.
- Analiza críticamente la naturaleza y filosofía de la biología, bioingenierías y bioinformática, sus aportes, alcance del desarrollo tecnológico en nuestra sociedad y la bioética en la investigación.
- Gestiona actitudes intelectuales, emocionales y conductuales proactivas al desarrollo de su proyección personal y profesional desde la biología, biotecnología.



Unidad 10

Sistemas de comunicación, reproducción y defensa de nuestro organismo

Situación de aprendizaje

El COE emitió una alerta roja por la llegada al país de un huracán en las próximas 72 horas. Los organismos gubernamentales activaron rápidamente los protocolos de emergencia e iniciaron las evacuaciones de las personas que vivían en lugares vulnerables. Días más tarde le comentaron a la docente que les impresionó la rápida respuesta de nuestro país ante esta amenaza y el explicó que el cuerpo posee mecanismos similares, debido a un efectivo sistema de mensajería química hormonal, y a un sistema de defensa para actuar frente a las amenazas de los invasores. Les solicitó investigar y presentar en clase carteles con esquemas de hormonas y dibujos de células inmunitarias.

Contenido

- Sistema endocrino: mensajería química y regulación de procesos vitales
- Estructura y función del sistema reproductor humano
- Enfermedades de transmisión sexual y métodos de anticoncepción en humanos
- Salud sexual, embarazo y lactancia materna
- Sistema inmunitario: cómo nuestro organismo defiende su territorio
- Actividad grupal: Creación de un programa de educación sexual en mi escuela.
- Evaluación

<https://www.quantamagazine.org/choosy-eggs-may-pick-sperm-for-their-genes-defying-mendels-law-20171115/> D. Phillips

Aa

Glándula: estructura cuya función es producir una secreción que puede verse a través de la piel o de las mucosas, como las glándulas salivales y sudoríparas, o al torrente sanguíneo, como la tiroides.

Cortisol: hormona producida y segregada por la corteza suprarrenal, con importantes funciones metabólicas y antiinflamatorias.

📱



Figura 1. Imagen del aspecto femenino de un individuo en su niñez y posteriormente el cambio a un fenotipo masculino en su adolescencia. Este fenómeno se refiere a un caso único de pseudohermafroditismo masculino conocido como «deficiencia de 5-alfa reductasa»: los individuos con una composición cromosómica XY tienen un aspecto femenino durante toda su infancia y no desarrollan sus gónadas masculinas hasta los 12 años. Esta condición fue estudiada en un grupo familiar de 38 personas pertenecientes a varias generaciones, habitantes de la comunidad Las Salinas (Barahona, República Dominicana). Popularmente, estos individuos son llamados «guevedoces».

Fuente: <https://claudiazhu.medium.com/google-gender-and-guevedoces-9a8ddfa2c7f7>

Sistema endocrino: mensajería química y regulación de procesos vitales

¿Cuál es la función del sistema endocrino? ¿Cómo sé que estoy afectado de una enfermedad del sistema endocrino?

En organismos multicelulares, la comunicación entre células es esencial para asegurar que los procesos fisiológicos que sustentan la vida ocurran de manera efectiva. Las **hormonas** son moléculas que actúan como mensajeros químicos durante la comunicación intercelular; a la vez, participan en la regulación de muchos procesos fisiológicos por ejemplo, el crecimiento y el desarrollo de los organismos, ciclos asociados con la reproducción sexual, la señalización celular durante la respuesta inmune y los ritmos circadianos, entre otros.

Luego de ser secretadas por una **glándula** endocrina, las hormonas son transportadas por la sangre a diferentes lugares, ya sea una célula, una glándula u órgano «diana»; es decir, allí donde son requeridas para activar o desactivar un mecanismo, iniciar una acción, etc. Debido a su reducido tamaño, las hormonas pueden atravesar la membrana celular y unirse a receptores específicos, citoplasmáticos o nucleicos, formando un complejo hormona-receptor para generar una respuesta particular. La respuesta puede ser, por ejemplo, estimular la producción de otra hormona o de alguna enzima requerida para el desarrollo de algún proceso metabólico, entre otros. Estas actividades son reguladas por diversos mecanismos de **retroalimentación**, en los que la producción de una **hormona inhibe** o **estimula la síntesis** de otra, o de sí misma, luego de alcanzar una concentración determinada.

El **sistema endocrino** en los humanos cumple la función de regular procesos tales como el crecimiento y desarrollo, la homeostasis y la respuesta ante algunos estímulos y el estrés, etc.; está conformado principalmente por glándulas secretoras de hormonas localizadas en distintas áreas del cuerpo. La glándula **pineal** secreta melatonina y regula los ritmos biológicos, su glándula diana es el hipotálamo, que secreta diversas hormonas estimulantes e inhibidoras. La glándula diana del hipotálamo es la glándula **pituitaria**, específicamente el lóbulo anterior. La pituitaria estimula o inhibe órganos u otras glándulas regulatorias, tales como las glándulas mamarias, glándulas suprarrenales, los ovarios y testículos, y la tiroides, entre otras. Las **suprarrenales** son un par de glándulas localizadas sobre los riñones, su función está vinculada con la secreción de **cortisol** y la respuesta al estrés, entre otros. Por último, la glándula **tiroides** secreta las **hormonas tiroideas (T3 y T4)**, responsables del crecimiento normal, y la regulación de la tasa metabólica.

Tabla 10.1-1. Principales hormonas.

Glándula	Hormonas	Tejido objetivo y acciones principales
Hipotálamo		Lóbulo anterior de la pituitaria – regula la secreción de hormonas
Pituitaria posterior	Hormona antidiurética (HAD)	Riñones – estimula la reabsorción de agua
Pituitaria anterior	Hormona del crecimiento (HC)	General – estimula el crecimiento de esqueleto y los músculos
	Hormona estimulante de la tiroides (HET)	Glándula tiroides – estimula la secreción de hormonas de la tiroides, ayuda a regular el remodelado óseo
Glándula tiroides	Tiroxina (T4) y triyodotironina (T3)	General - estimula la tasa metabólica, regula el metabolismo energético
Glándulas paratiroides	Hormona paratiroidea	Huesos, riñones y tracto digestivo – regula el nivel de calcio en la sangre
Páncreas	Insulina	General – disminuye la concentración de glucosa en la sangre
Médula suprarrenal	Epinefrina y norepinefrina	Músculos, vasos sanguíneos, hígado – ayuda al cuerpo a enfrentar el estrés, aumenta la tasa metabólica, aumenta la concentración de glucosa en la sangre, incrementa el ritmo cardiaco y la presión arterial
Corteza suprarrenal	Mineralocorticoides	Túbulos del riñón – mantiene el equilibrio de sodio y potasio
Glándula pineal	Melatonina	Hipotálamo – regula el ritmo del sueño
Principales hormonas reproductoras masculinas		
Glándula	Hormonas	Órgano objetivo y principales acciones
Hipotálamo	Hormona liberadora de gonadotropina (HLGn)	Pituitaria anterior - estimula la liberación de HSF y HL
Pituitaria anterior	Hormona estimulante del folículo (HSF) Hormona luteinizante (HL)	Testículos - estimula el desarrollo de los túbulos seminíferos: estimula la espermatogénesis Testículos - estimula a las células intersticiales para secretar testosterona
Testículos	Testosterona	Antes del nacimiento: Estimula el desarrollo de los órganos sexuales primarios y el descenso de los testículos hacia el escroto.
		En la pubertad: Responsable del estirón de los adolescencia; estimula el desarrollo de las estructuras reproductivas y las características sexuales secundarias
		En la etapa adulta: Mantiene las características sexuales secundarias; estimula la espermatogénesis
Principales hormonas reproductoras femeninas		
Hipotálamo	Hormona liberadora de gonadotropina (HLGn)	Estimula la liberación de HSF y HL
Pituitaria anterior	Hormona estimulante del folículo (HSF)	Ovario - estimula el desarrollo de los folículos y la secreción de estrógeno
	Hormona luteinizante (HL)	Ovario - estimula la ovulación y el desarrollo del cuerpo lúteo
	Prolactina	Pecho - estimula la producción de leche (luego de que el pecho ha sido preparado por el estrógeno y la progesterona)
Pituitaria posterior	Oxitocina	Útero - estimula la contracción y la liberación de prostaglandina
		Glándulas mamarias - estimula la expulsión de leche hacia los conductos
		Ovarios - estimula el crecimiento de los órganos sexuales en la pubertad y el desarrollo de las características sexuales secundarias
	Estrógeno (estradiol)	Estructuras reproductivas - induce la maduración; estimula la preparación mensual del endometrio para el embarazo; hace más delgado y alcalino el moco cervical
	Progesterona	Útero - completa la preparación del endometrio para el embarazo
	Inhibina	Pituitaria anterior - inhibe la secreción de HSF



- **Investiga** cuáles podrían ser los efectos de la deficiencia u exceso de la secreción de hormonas en los humanos.
- **Describe** dos síndromes vinculados con la secreción hormonal: uno de hipersecreción y otro de hiposecreción y **explica** cómo se manifiestan.
- **Indica** el nombre del gen responsable de la producción de la enzima alfa 5 reductasa en humanos y cuál es la función de esta enzima.



- Interpreta el lenguaje científico, su contexto y su alcance.
- Aplica estrategias en la búsqueda de soluciones tanto en términos cualitativos como cuantitativos.

Esperma: conjunto de espermatozoides.

Copulación: acto de unirse sexualmente.

Estructura y función del sistema reproductor humano

¿Cuáles son los órganos o glándulas responsables de los cambios físicos y hormonales que ocurren en la pubertad? ¿En qué órganos se producen las células sexuales en los seres humanos?

En la pubertad el organismo secreta una serie de hormonas responsables de la maduración y diferenciación de los órganos sexuales y sistemas de reproducción, que ya vimos en la tabla anterior, del sistema endocrino. Este cambio de la pubertad tiene importantes implicaciones fisiológicas, emocionales, sociales y culturales para los sujetos de ambos sexos.

Los individuos con carga cromosómica XY presentan un sistema reproductor masculino, compuesto por los siguientes órganos: **pene**, órgano cavernoso eréctil que deposita el esperma en el tracto reproductor femenino; **escroto**, que cumple la función de mantener el **esperma** a temperatura fresca; un par de **testículos**, órganos reproductores donde se producen los espermatozoides. Los testículos están conformados por tubos seminíferos en los que se localizan células que producen **testosterona**, hormona responsable de los rasgos sexuales secundarios en los varones. Los testículos se albergan en el **escroto**, una especie de saco o bolsa que los mantiene por debajo de la temperatura corporal.

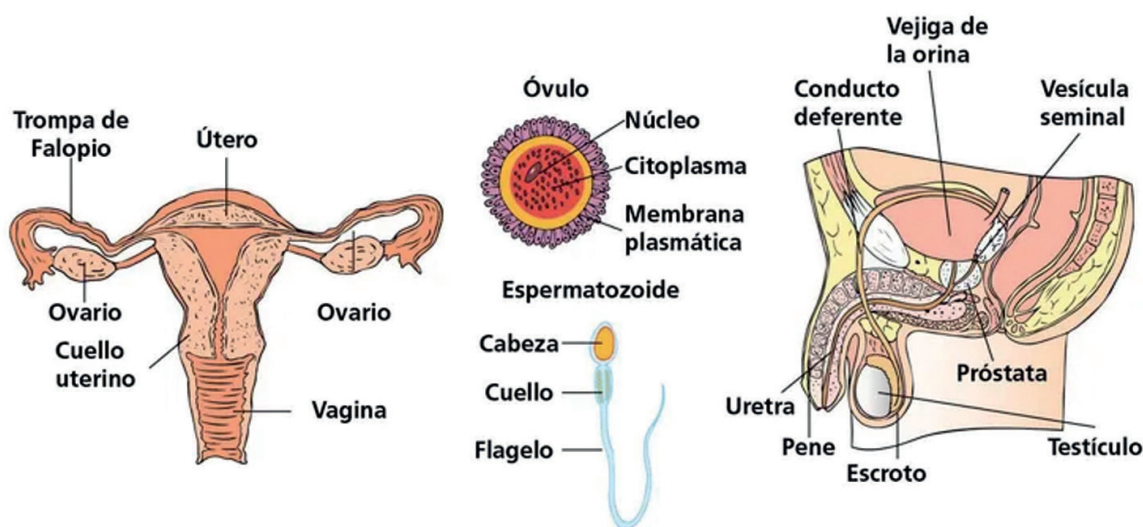


Figura 10.2-1. Sistema reproductor femenino y sistema reproductor masculino en humanos.
Fuente: <https://www.abccom.py/edicion-impres/suplementos/escolar/reproduccion-en-animales-1506834.html>



Las **vesículas seminales** secretan hormonas llamadas prostaglandinas, que intervienen en el proceso de transporte del espermatozoides a través de los tractos masculino y femenino luego de la eyaculación; estas también producen un líquido que contiene fructosa y fibrinógeno.

El flujo que secretan las vesículas corresponde aproximadamente al 60 % del volumen del semen y se vierte en la uretra. La **próstata** es una glándula que secreta un fluido alcalino que neutraliza las secreciones ácidas de la vagina y vierte su contenido en la uretra durante la eyaculación. Cuando el espermatozoides deja los tubos seminíferos se aloja en un espacio llamado **epidídimo**, donde completa su maduración y es almacenado. El **conducto deferente** conecta con las vesículas seminales por las que pasa el espermatozoides durante la eyaculación. La función del sistema es la producción de los espermatozoides y fecundar el óvulo en la **copulación**.

Los individuos con una carga cromosómica XX presentan un sistema reproductor femenino compuesto por: **ovarios**, gónadas u órganos reproductores femeninos y se localizan a cada lado del útero; se encargan de la secreción de hormonas sexuales y de la producción de **óvulos** o gametos femeninos; **trompas de Falopio**, también llamadas oviducto o tubo uterino, que son conductos largos y delgados en donde ocurre la fecundación; **útero**, un órgano hueco en forma de pera localizado en la pelvis, donde se desarrolla el embrión durante la gestación; **cuello uterino**, punto de conexión ubicado en la parte baja del útero y la porción alta de la vagina, un órgano tubular musculoso que recibe el pene y el espermatozoides luego de la eyaculación para su transporte hacia el útero y luego al oviducto, donde ocurrirá la fecundación y el surgimiento de un nuevo individuo al encontrarse con un óvulo maduro.



- **Realiza** un mapa mental sobre las hormonas que intervienen en el desarrollo de los órganos de los sistemas reproductores femenino y masculino en humanos.
- **Esquematiza y describe** cuáles son las fases del ciclo menstrual y los cambios que suceden en los órganos reproductores femeninos y en el estado anímico de la mujer.



HOSPITAL
**MATERNIDAD NUESTRA
SEÑORA DE LA ALTAGRACIA**

Figura 3. Logo del Hospital Maternidad Nuestra Señora de la Altagracia.

<https://www.humnsa.gob.do>



- Uso efectivo de argumentos sustentado con evidencias o posición filosófica al asumir postura sobre conflicto en decisiones bioéticas.
- Expone efectivamente producción oral o escrita basados en análisis.

Inmunodeficiencia: estado patológico del organismo caracterizado por la disminución funcional de los linfocitos B y T, de los productos de su biosíntesis o de alguna de sus actividades específicas.

Antirretrovirales: el tratamiento antirretroviral (TAR), consiste en el uso de medicamentos contra el VIH para tratar dicha infección. Los fármacos antirretrovirales actúan en dos fases fundamentales del ciclo replicativo del VIH. Unos fármacos inhiben la transcriptasa inversa (TI), evitando la síntesis de la cadena de ADN proviral, y otros inhiben la proteasa, evitando la formación de las proteínas estructurales del VIH, necesarias para la formación de partículas virales maduras.



**CONSEJO NACIONAL PARA
EL VIH Y EL SIDA**

Figura 10.3-1. El Consejo Nacional para el VIH y el Sida (Conavihsida) tiene como objetivo principal coordinar y conducir la respuesta nacional al VIH y al sida para reducir el riesgo, vulnerabilidad e impacto de la epidemia del VIH en el país mediante la formulación y aplicación efectiva de políticas, estrategias multisectoriales, planes y programas. Ofrece orientación sobre la atención integral en VIH e implicaciones sociales; y educación e información sobre VIH a la población general con énfasis en poblaciones claves o más vulnerables.
Tel.: 809-732-7772 Ext. 236 / 243 / 263
Correo: info@conavihsida.gob.do.
Dirección: Avenida Ortega y Gasset 419, Plaza de la Salud, La Fe, Edif. 4 (CEDERHSA), Santo Domingo, R.D.
Fuente: <https://www.conavihsida.gob.do/index.php/servicios>

Enfermedades de transmisión sexual y métodos de anticoncepción en humanos

¿Cuáles son las enfermedades más importantes que afectan el sistema reproductor humano? ¿Por qué debería conocer los métodos de anticoncepción? ¿Me resulta vergonzoso conversar sobre este tema?

Las enfermedades de transmisión sexual (ETS) son aquellas causadas por virus, bacterias u hongos cuya infección se propaga entre humanos a través del acto sexual. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que anualmente 12 millones de personas son infectadas por sífilis y 62 millones por gonorrea, ambas de origen bacteriano. El síndrome de **inmunodeficiencia** adquirida (sida), causado por el virus de inmunodeficiencia humana (VIH), ha ocasionado la muerte a más de 30 millones de personas desde 1981. Este afecta el sistema inmunológico, en especial a los linfocitos T ayudadores CD4, células encargadas de combatir las infecciones. Gracias a los **antirretrovirales** podemos controlar la replicación del VIH y prevenir el sida.

Las ETS son un serio problema de salud pública, pues se propagan en la población básicamente por falta de información oportuna. Si decidiste iniciar tus relaciones sexuales, de forma voluntaria y sin coerciones, es necesario que conozcas los factores de riesgo asociados y las consecuencias. Solo de esta forma es posible garantizar nuestra integridad física y emocional. Toda relación sexual entre individuos en edad reproductiva (que inicia en la adolescencia) sin la protección requerida provista por un método anticonceptivo corre el riesgo de ocasionar un embarazo no deseado (89 % de los casos) o de contraer una ETS. La abstinencia es el único método anticonceptivo y de protección contra las ETS 100 % eficaz. En caso de iniciar -y posteriormente mantener- una vida sexual activa, debes asegurarte de utilizar antes un método anticonceptivo y de protección contra las ETS. Fuera de la abstinencia, esta es la manera más efectiva y económica para prevenir también un embarazo no deseado.

Los métodos anticonceptivos se clasifican según su mecanismo de acción: químico/hormonal o de barrera. Los preservativos masculinos y femeninos son colocados antes de mantener relaciones sexuales, su mecanismo de barrera evita la fecundación del óvulo por el espermatozoide; tienen una alta eficacia de hasta 95 % o más, ya que evitan el contacto directo entre los órganos reproductores. Son los únicos anticonceptivos que previenen la transmisión de ETS.

Las píldoras anticonceptivas, los sistemas y dispositivos intrauterinos (DIU), los parches hormonales, implantes e inyecciones son métodos anticonceptivos hormonales femeninos; algunos, como los DIU, son de larga duración y funcionan inhibiendo la ovulación, la liberación del óvulo, para evitar que este sea fecundado. Estos métodos pueden tener varios efectos no deseados sobre la salud del individuo y no son 100 % efectivos. Es importante evaluar con un ginecólogo cuál es la opción con menos efectos secundarios. También es altamente recomendable conversar con tus padres, orientadores escolares o algún profesional de la salud de tu escuela sobre este tipo de decisión, a fin de obtener la orientación necesaria.

Tabla 10.3-1. Enfermedades de transmisión sexual

Enfermedad	Causa	Síntomas
Clamidia - bacteria	<i>Chlamydia trachomatis</i>	Dolor durante el sexo, secreción del pene o la vagina, en mujeres puede ocasionar enfermedad pélvica inflamatoria (EPI). La infección de los órganos reproductivos y la cavidad pélvica puede ocasionar esterilidad (> 15 % de los casos).
Gonorrea - bacteria	<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Sensación de ardor al orinar, secreción blanca / amarilla / verde del pene o la vagina; si no se trata puede causar la infertilidad. Puede ocasionar una infección extendida, daño a las válvulas cardíacas, meninges (cubiertas exteriores del cerebro y la médula espinal) y articulaciones.
Sífilis - bacteria	<i>Treponema pallidum</i>	Llagas en o alrededor de los genitales, ano o boca, entre el 5-10 % de los casos no tratados resultan en la muerte.
Herpes genital - virus	Herpes simple (VHS) 1 (VHS-1) y 2 (VHS-2)	Ampollas dolorosas en o alrededor de los genitales o el recto. Los síntomas se repiten en forma periódica; amenaza para el feto o el recién nacido.
Virus del papiloma humano (VPH)	Virus	Verrugas en o alrededor de los genitales o el ano y cáncer cervical.
VIH/SIDA	Lentivirus (VIH)	Síntomas semejantes a los de la influenza, glándulas linfáticas inflamadas, fiebre, sudores nocturnos, pérdida de peso, disminución de la inmunidad, ocasionando neumonía y formas raras de cáncer.

Fuente: Solomon (2018).



- **Investiga** cuál es la incidencia del VIH y SIDA en el país.
- **Describe** cuáles son los factores de riesgo que influyen en la infección de un individuo por VIH.



- Utiliza estrategias efectivas en la búsqueda de evidencias para dar respuesta a problemas relacionadas con la biología.
- Planifica acciones efectivas que promuevan cuidado de su salud, y del medio ambiente.

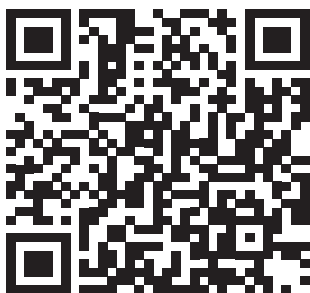
Aa

Adolescente: que está en la adolescencia. La UNICEF indica que son adolescentes las personas entre 10 y 19 años. La adolescencia va más allá de ser una etapa del ciclo biológico y posee una dimensión social y cultural que depende del lugar donde habite el individuo.

Salud sexual y reproductiva: la salud sexual se expresa como bienestar físico, mental y social, en torno a la sexualidad; mientras que la salud reproductiva está vinculada a una serie de servicios tales como planificación familiar, métodos anticonceptivos, atención durante el parto, entre otros.



La gestación. «Durante la gestación (período entre la fecundación y el nacimiento), el nuevo individuo sufre una serie de transformaciones en la medida en que se desarrolla. Recibe el nombre de embrión hasta la octava semana, y feto desde la novena semana hasta su nacimiento. El período normal de gestación fluctúa entre 38 y 40 semanas». Descripción detallada e imágenes del desarrollo embrionario en el siguiente código QR.



Salud sexual, embarazo y lactancia materna

¿Cuáles son los cuidados más importantes que se deben considerar durante la gestación? ¿Por qué ocurre el embarazo en los adolescentes? ¿Te parece que la adolescencia es una etapa apropiada para tener hijos?

La sexualidad humana se define como el conjunto de características anatómicas y fisiológicas, rasgos emocionales, psicológicos y afectivos propios de cada sexo; sin embargo, la actitud frente a la propia sexualidad depende de múltiples factores, entre ellos la actitud de los padres, familiares, amigos y la sociedad frente a la sexualidad misma, lo cual influye directamente en cómo los individuos asumen la suya. Existen diversos estudios que reportan que los individuos con actitudes positivas hacia la sexualidad (erotofilia) tienen mayores probabilidades de exhibir conductas sexuales más seguras, responsables y satisfactorias, a diferencia de aquellos con actitudes negativas, como miedo, rechazo y prejuicio (erotofobia).

En ese sentido, debemos integrar a la **educación** sobre la **sexualidad humana** no solo más información, sino también actitudes positivas, de manera que estas promuevan la confianza, la comunicación y conductas sexuales que contribuyan a la prevención de las ETS y la ocurrencia de embarazos no deseados. Este tipo de abordaje nos permitirá conversar y conocer mejor nuestro cuerpo, así como disfrutar de nuestra sexualidad de manera plena y responsable. Los individuos que decidan iniciar su vida sexual a edad temprana, lo cual no es aconsejable, deberán asegurarse de recibir los servicios de **salud sexual y reproductiva** correspondientes, a fin de garantizar su integridad física y emocional.

Tener **relaciones sexuales** sin la debida protección puede provocar un embarazo, como resultado de la fecundación de un óvulo por un espermatozoide. En la célula resultante, denominada **cigoto**, se llevará a cabo una serie de divisiones mitóticas sucesivas en un proceso denominado **fragmentación**; esta generará 2, 4, 8, 16 células. Una vez el individuo haya alcanzado las 16 células recibirá el nombre de **mórula**, que se transformará en una esfera hueca de una sola capa de células denominada **blástula**; a partir de esta estructura se formarán las membranas de protección y nutrición denominadas corión y placenta, respectivamente. La blástula se reorganizará en una estructura denominada **gástrula**,

a partir de la cual se formará un embrión de tres capas germinales, de las cuales surgirán todos los órganos del nuevo individuo. El embrión se implantará en el endometrio (recubrimiento interno del útero) alrededor del séptimo día. Las demás descripciones del desarrollo embrionario continúan en el código QR proporcionado al margen izquierdo.

Una vez ocurre el embarazo, la madre deberá llevar cuidados especiales en cuanto a una nutrición balanceada, ejercicios y actividad física moderados, evitar la ingesta de tóxicos, tales como alcohol, cigarrillos, drogas de cualquier tipo, practicar buenos hábitos alimenticios y cumplir con las citas de seguimiento del embarazo indicadas por el gineco-obstetra, ginecólogo especialista en embarazos; todo esto en especial si es **adolescente**. Es importante el acompañamiento del padre del bebé durante todo este proceso, de manera que tanto la madre como la criatura reciban el apoyo y el afecto que necesitan. Las relaciones de pareja armoniosas, basadas en el respeto, la confianza y el amor son indispensables para garantizar la correcta crianza de los hijos. Este proceso de acompañamiento del vástago inicia desde el útero materno y es responsabilidad de ambos padres.

Luego de completado el proceso de gestación, ocurrirá el parto, para lo cual la madre y el padre deben prepararse adecuadamente. Luego del nacimiento la madre requerirá ayuda con el bebé para descansar, recuperarse y comenzar a lactar al recién nacido. La lactancia es el proceso de alimentar al bebé con leche materna. En los primeros días luego del nacimiento del bebé, la madre produce una sustancia llamada calostro, que contiene proteínas, anticuerpos y un poco de grasa. Cuando el bebé succiona, la hormona prolactina estimula la producción de leche.



- **Explica** cuáles son tus recomendaciones para garantizar la estabilidad de la familia y la salud emocional de los hijos.
- **Indica** qué opinión tienes sobre el apoyo familiar en la educación de los hijos.



Figura 5. Instituto Nacional de Atención Integral a la Primera Infancia (INAIFI), responsable de gestionar la prestación de servicios de atención integral de calidad a los niños durante la primera infancia, de 0 a 5 años, y a sus familias. Fuente: <https://inaifi.gob.do>



Figura 6. Madre lactando a su bebé. El número de mujeres dominicanas que deciden incorporar la lactancia materna a la alimentación de sus hijos va en aumento debido al elevado contenido nutricional de la leche materna y al aporte de los anticuerpos maternos, que garantizan en gran parte la salud de su vástago. La lactancia materna es fundamental para garantizar la salud nuestros niños. Fuente: <https://www.unicef.org/dominicanrepublic/comunicados-prensa/unicef-exhorta-continuar-impulsando-la-lactancia-y-el-contacto-piel-con-piel>



- Identifica de manera correcta acciones de riesgo para su salud, y el medioambiente.
- Análisis apropiado representación del desarrollo científico y biotecnológico, y el impacto en nuestra sociedad de la biología y la medicina.

Citocinas: grupo de proteínas que actúan en la regulación de la respuesta inmune.

Defensinas: proteínas encontradas en la membrana de las células que actúan como antibióticos naturales contra bacterias, hongos y algunos virus.

Sistema inmunitario: cómo nuestro organismo defiende su territorio

¿Cómo combate las enfermedades nuestro cuerpo? ¿Con cuántos patógenos «pelea» a diario?

Nuestro organismo recibe la visita de cuerpos extraños todos los días por distintos medios; por ejemplo, cuando ingerimos algún alimento contaminado o recibimos una herida. Los organismos que pueden provocar una enfermedad se denominan **patógenos**, ya sean bacterias, virus, hongos o parásitos. Para combatirlos, nuestro cuerpo utiliza estrategias perfeccionadas a lo largo de nuestra historia evolutiva. Este sistema de defensa representa nuestro **sistema inmune**, conformado por un grupo especializado de células y sus derivados que monitorean y destruyen patógenos en todo momento, basándose en diferentes mecanismos de señalización celular. Estos mecanismos representan la **respuesta inmune**, que se basa en el reconocimiento de señales foráneas al cuerpo y su posterior eliminación. Existen dos tipos de respuesta inmune: **innata** y **adquirida** o **adaptativa**.

La **respuesta inmune innata** responde de manera inmediata a la presencia de un organismo extraño en el cuerpo mediante varios mecanismos:

- **Barreras celulares para impedir enfermedades:** La primera línea de defensa de nuestro cuerpo son células que impiden la entrada a los diversos sistemas de nuestro cuerpo, como son las células del **tracto digestivo, epiteliales de nuestra piel, vías respiratorias**, etc. Estas contienen compuestos que pueden incluso destruir a los organismos como las **defensinas**, o retener a los patógenos para ser consumidos por los fagocitos.
- **Células del sistema inmune:** Nuestro organismo ha desarrollado varias líneas de células que destruyen patógenos o auxilian a otras células en este cometido. Algunas de las que podemos identificar son los **fagocitos** (neutrófilos y macrófagos), **células asesinas naturales** (células NK, son linfocitos) y células **dendríticas**.

La **respuesta inmune adquirida** o **adaptativa**, contrario a la innata, ocurre a partir de infecciones previas y de la memoria de patógenos específicos que han invadido el cuerpo. Este tipo de respuesta es altamente específico y es posible por la presencia de células que actúan como librerías de infecciones y que participan en la memoria celular. Estos tipos celulares son denominados células T o linfocitos T y células B o linfocitos B:

- Los linfocitos T se desplazan hacia el sitio de una infección, atacan el patógeno o célula extraña y almacenan información sobre el ataque para posteriores exposiciones. Dentro de los linfocitos T más comunes se encuentran los citotóxicos (CD8) y ayudadores (CD4).
- Los linfocitos B son responsables de la inmunidad mediante anticuerpos. Los **anticuerpos** son proteínas especializadas que reconocen la presencia de **antígenos** o moléculas extrañas. Estos anticuerpos se encuentran en la membrana de los linfocitos B y cuando reconocen algún antígeno presente en algún patógeno o estos son presentados por linfocitos T y macrófagos, avisan a los linfocitos B de la infección mediante las **citocinas**, que a su vez activan la producción de múltiples clones que combatirán al patógeno o cuerpo extraño.

En ambos casos de respuesta inmune adaptativa existen células que participan en la memoria inmunitaria, utilizando la información de los antígenos para futuras infecciones. Este conocimiento de cómo nuestros linfocitos almacenan información de ataques previos ha servido para el desarrollo de **vacunas**, sustancias destinadas a preparar al cuerpo para enfrentar infecciones futuras. Estas pueden basarse en la introducción de anticuerpos, antígenos, patógenos debilitados o moléculas que sintetizan elementos que puedan ser reconocidos por nuestros linfocitos T.

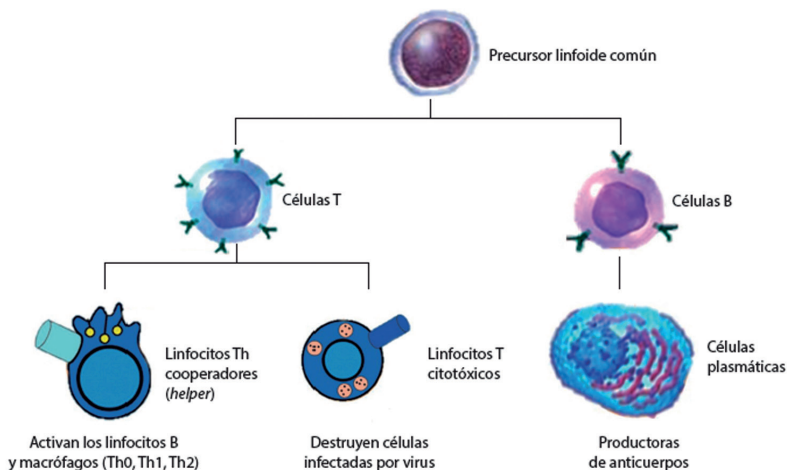


Figura 7. Linfocitos T y B. Este grupo de células participa en la respuesta inmune adaptativa.
Fuente: Rafael Castellanos Bueno. <https://revistaendocrino.org/index.php/rcedm/article/download/584/763?inline=1>



- **Investiga y describe** en tu cuaderno los diferentes tipos de linfocitos T y su función en la defensa del organismo ante las infecciones.
- **Explica** algún mecanismo de infección viral, es decir, de qué forma un virus invade a una célula.



Figura 8. Unidad de Atención Integral Dr. Teófilo Gautier Abreu. Esta unidad ofrece atención integral a niños con VIH-sida, anemia falciforme y hemofilia. Está localizada en el Hospital Infantil Dr. Robert Reid Cabral, avenida Abraham Lincoln 2, primer piso.
Fuente: <https://www.hirrc.gov.do/>
Foto: <https://web.facebook.com/people/Te%C3%B3filo-Gautier/100068786791483/>

Muchas hormonas producidas por las glándulas endocrinas tienen efectos directos o indirectos sobre el sistema inmunológico. De hecho, el sistema endocrino y el inmunológico se comunican entre sí para mantener la homeostasis y proteger al organismo de enfermedades y agentes invasores.



- Planifica acciones efectivas que promuevan cuidado de su salud y a favor del desarrollo sostenible en su comunidad.
- Formula efectiva y sistemática sus argumentos basados en evidencias biológicas.

Actividad grupal

Creación de un programa de educación sexual en mi escuela



Figura 9. Dar información clara y simple desde temprana edad ayuda al desarrollo de una sexualidad sana.

Fuente: https://insinuat.com/modules/ybc_blog/views/img/post/Educaci%C3%B3n-Sexual-1200x798.jpg

En esta actividad los estudiantes se organizarán en grupos de tres.

1. Cada grupo elegirá un tema y diseñará un programa que será impartido a los demás estudiantes de su escuela (segundo ciclo de secundaria). Los temas a elegir son:
 - El embarazo en la adolescencia.
 - Enfermedades de transmisión sexual.
 - Vida en pareja y la estabilidad emocional de los hijos.
 - Métodos anticonceptivos.
2. Para iniciar realizarán una revisión bibliográfica y buscarán programas educativos o de apoyo en curso sobre el tema seleccionado. Utilizarán las páginas web gubernamentales o de otras instituciones no gubernamentales vinculadas con el área que abordarán.



3. Identificarán cinco artículos científicos actualizados, de no más de diez años de antigüedad, que aborden la temática seleccionada por su grupo.
4. Crearán un brochure donde incluirán las informaciones recopiladas más importantes y donde describirán su programa de educación sexual, incluyendo una breve introducción y los objetivos general y específicos. Es importante que el equipo también discuta otras formas de presentar la información de manera efectiva como, por ejemplo, charlas, conversatorios, etc.
5. Compartirán sus **programas de educación sexual a la clase** (comunidad educativa: esto incluye otros grados de secundaria). Luego de concluir su participación/charla destinarán un momento para recibir comentarios, preguntas y sugerencias de sus compañeros.
6. La duración de esta actividad será de dos semanas.

Utilicen la siguiente tabla como instrumento para coleccionar las informaciones básicas requeridas en esta actividad grupal.

Tema seleccionado				
Instituciones gubernamentales responsables		Instituciones / organizaciones no gubernamentales		
Revisión bibliográfica / artículos científicos				
1.	Título	Autor	Revista científica	Año
2.				
3.				
4.				
5.				
Objetivos generales y específicos del programa de educación sexual a impartir				

Evaluación

- **Esquematiza y describe** dos escenarios en los que haya una infección a tu organismo por un patógeno (puede ser un virus, una bacteria o un protista).
 - En el escenario uno esquematiza y describe la intervención de las células propias de la respuesta inmune innata.
 - En el escenario dos representa y describe las células que participarían en la respuesta adaptativa.
- **Investiga** en tu familia, en tu salón de clases o en tu comunidad quiénes poseen algún tipo de alteración hormonal. **Indica** qué tipo de alteración es, desde cuándo la tienen, cómo se manifiesta en su organismo y qué medicación reciben para tratarla. Debes explicar al participante en tu investigación que tus preguntas forman parte de una asignación y que ni sus respuestas ni su identidad serán reveladas.
- **Registra** la data sobre tus participantes en la siguiente tabla.

PARTICIPANTE	ALTERACIÓN HORMONAL	DURACIÓN	EDAD	MANIFESTACIÓN	MEDICACIÓN
1-					
2-					
3-					
4-					
5-					
6-					
7-					
8-					

<https://concepto.de/wp-content/uploads/2019/03/globulos-blancos-e1553560037988.jpg>

Coevaluación

- **Replica** en tu cuaderno la siguiente rúbrica y **completa**.

Criterios	Nunca	A veces	Regularmente	Siempre
Cuando intento conversar sobre un tema de sexualidad humana con mis compañeros, se ponen nerviosos.				
Hablar sobre ETS en mi clase resulta incómodo, ya que algunos estudiantes se avergüenzan.				
Observo que mis compañeros de clase desean conocer un poco más sobre el embarazo en adolescentes.				

Autoevaluación

- **Completa** en tu cuaderno la siguiente rúbrica

Criterios	Logrado	Medianamente logrado	En proceso
Puedo enumerar algunas enfermedades asociadas con los sistemas de órganos endocrino, reproductor e inmunitario.			
Conozco los factores de riesgo asociados a las enfermedades de cada uno de los sistemas estudiados.			
Sé prevenir las enfermedades asociadas a estos sistemas de órganos.			
Conozco hábitos que pueden contribuir al fortalecimiento de estos sistemas en mi organismo.			

¿Qué es la huella de carbono? Sigamos su rastro

Introducción

El **ciclo del carbono** es uno de los ciclos biogeoquímicos más importantes en nuestro planeta. Las reservas más relevantes de este elemento se localizan en los combustibles fósiles y en la atmósfera, que está conformada por muchos gases, entre ellos el dióxido de carbono (CO_2), uno de los **gases de efecto invernadero** (GEI). Los GEI retienen el calor que es emitido por la superficie terrestre como resultado de la radiación solar, también absorbida por los GEI. Una parte de esta última se redirecciona nuevamente hacia la Tierra, lo que contribuye a mantener una temperatura agradable. Sin este proceso la temperatura media del planeta sería de -18°C . El aumento de los GEI, sobre todo del CO_2 , producto de la industrialización y la quema de los combustibles fósiles, ha contribuido con el calentamiento global, lo que ha repercutido en el cambio climático.

Objetivo

Conocer el concepto «huella de carbono» (HC) e implementar acciones que contribuyan a que los estudiantes aprendan su utilidad; esto les permitirá conocer estilos de vida más sanos y sustentables.

Descripción

El proyecto consiste en realizar acciones que permitan a los estudiantes aprender a medir su huella de carbono y acercarlos al problema del calentamiento global y el cambio climático ocasionado por la industrialización no regulada, las actividades humanas no sustentables y la producción acelerada de los GEI, entre otros factores.

Los GEI son el vapor de agua (H_2O) el metano (CH_4) el dióxido de carbono (CO_2) atmosférico y el óxido nitroso (N_2O), entre otros. La emisión de los GEI no solo atañe a las industrias o a los gobiernos, sino también a nuestra vida cotidiana; pues cada actividad genera una marca o **huella de carbono** que puede medirse.

«La huella de carbono representa la cantidad de emisiones GEI que se emite a la atmósfera por medio de alguna actividad humana, que puede ser un producto o un servicio, o por la acción diaria de un habitante» (Galbusera, 2022). Por lo tanto, nuestras acciones generan una huella de carbono que debemos medir, a fin de determinar su impacto y reducirlo. Esto nos ayudará a tener una vida y un planeta más sanos.

Para realizar la medición de la HC existen calculadoras gratuitas; por ejemplo, la ONU posee una para el uso del público. Esta calculadora orienta su análisis en tres variables: energía, transporte y estilo de vida (alimentos y gestión de residuos).

Responsables

El desarrollo del proyecto será responsabilidad de los estudiantes de cuarto grado de secundaria y del docente de Ciencias de la Naturaleza. Pueden participar otros miembros de la comunidad educativa, si así lo desean.



Fuente: <https://www.infobae.com/en/2022/04/19/earth-day-3-technological-solutions-to-agriculture-to-reduce-environmental-damage/>

Actividades

- **Revisión bibliográfica** para conocer el concepto de «huella de carbono» y cómo realizar su medición mediante el uso de calculadoras.
- **Medición de la HC** de cada estudiante de la clase en las siguientes áreas: energía, transporte y estilo de vida (incluye alimentación y gestión de residuos sólidos).
- **Identificación de estrategias para reducir la HC** (si aplica) y socialización de los resultados.
- **Organización de charlas realizadas por expertos en el tema.**
- **Elaboración de una lista de futuras mediciones de HC** para los próximos grupos de cuarto de secundaria; por ejemplo, medir la HC de la escuela, de mi familia, etc.

Evaluación

- 1- **Evaluación de la factibilidad** de la propuesta luego de realizar la **planificación** (cronograma, presupuesto y formularios).
- 2- **Evaluación de los procesos:** Identificar dificultades, socializar experiencias e identificar oportunidades de mejora.



- Produce y comunica efectivamente información científica relacionada con los fundamentos de la biología.
- Planifica y realiza investigación escolar.
- Identifica de manera correcta situaciones o acciones de riesgo para el medio ambiente y el desarrollo sostenible.



Una Vaina Verde es una empresa social compuesta por consultores y educadores en sostenibilidad con pasión por los negocios y el desarrollo sostenible.

Conoce más sobre esta empresa social en el siguiente link: <https://www.unavainaverde.com/>

Páginas medioambientales
realizadas con el apoyo de



Aprendiendo sobre residuos

Para aprender sobre residuos, debemos conocer varios conceptos:

- **Basura:** todo está mezclado y nada es aprovechable.
- **Residuos:** se separan los materiales y se pueden utilizar para otra cosa.
- **Residuos orgánicos:** lo que antes estaba vivo y empieza a oler feo cuando se descompone, como los animales y la comida en general. Ej: cáscaras de vegetales o frutas, carnes, yogur.
- **Residuos inorgánicos:** lo que antes no estaba vivo y no huele feo si los olvidas en tu habitación. Ej: metales, plásticos, papel y cartón seco, electrónicos.
- **Sostenibilidad:** es el esfuerzo para hacer que todo tenga un triple impacto: económico, social y ambiental, para que las generaciones que vienen, puedan disfrutar de lo que estamos disfrutando nosotros.
- **Huella ecológica:** es tu pisada en el planeta tierra, es la superficie en tierra y en mar que se necesita para producir todo lo que una persona necesita, y para absorber los residuos que genera. Se calcula para poder comparar con la biocapacidad. Puedes calcular tu huella tu huella ecológica ahí: www.footprintcalculator.org
- **Biocapacidad:** capacidad de la tierra de parir, de darnos recursos naturales. Ej: la biocapacidad de una mata de mango, sería los mangos que produce. Si tu comes menos mangos de lo que da la mata, estas bien, pero si tu quieres más, entonces hay que salir a zancajear esos mangos en otros lados y creamos desequilibrios en la naturaleza y en la sociedad.

4 maneras para reducir tu huella ecológica en la categoría residuos:

1. **Evita comprar empaques innecesarios.** Trata de comprar a granel/encuero/al detalle. Los mercados locales te ayudan en eso para llegar con tus bolsas y cantinas reutilizables desde casa, y así te lo llevas sin basura.
2. **Si tienes que comprar cosas empacadas, siempre elige el vidrio o el metal,** ambos son infinitamente reciclables y en República Dominicana tienen buen valor comercial y estructura de retorno o recolección para fines de reciclaje.
3. **Empieza a dividir los residuos,** esto te ayudará a ser consciente de lo que generas y en qué cantidades, y luego toma mejores decisiones de compra. Te recomendamos empezar dividiendo en dos: inorgánicos y orgánicos.
 - Lo **inorgánico**, lo puedes llevar a puntos de acopio que se encargan de que estos residuos lleguen a reciclaje, como son:
 - Con los **orgánicos** puedes empezar a compostar, que consiste en convertir los residuos en abono, en puro oro negro para el suelo y tus plantas. Tu mismo puedes hacerlo en casa si tomas el taller “Cómo hacer abono en casa” que impartimos en @UnaVainaVerde, pero también hay proveedores que te ayudan, como son:
4. **Evita el foam y el plástico de un solo uso.** Así evitará que termine contaminando los mares y suelos.

Recuerda que el mundo, lo mejoramos juntos y ese mundo, te incluye a ti.



Elaborado por: Una Vaina Verde SRL.
Está prohibida su reproducción sin autorización.

UNA VAINA VERDE

RECUERDA el orden de las Rs:

- **RECHAZAR:** evitar lo que no necesitas, sea comprando o cuando te regalen cosas. Hazte la pregunta filtro, ¿realmente lo necesito y lo usaré?
- **REDUCIR:** empieza a consumir menos de una misma cosa. Aunque te gustan los tenis blancos, no tienes que tener 10 pares, puedes tener 2.
- **REPARAR:** lo que está dañado, arreglalo. Todavía hay sastres, modistas, ebanistas, gente que arregla los aparatos electrónicos. Intenta arreglar las cosas antes de tirarlas a la basura y comprar otras nuevas.
- **REUTILIZAR:** cuando algo no te sirve para lo que fue comprado, dale un uso diferente. Ej: El pote de la salsa de tostitos, lo puedes utilizar como vaso, o para guardar cosas. ¡Hasta para regalar habichuelas con dulce! (y así no tienen que regalar los envases lindos de tu casa).
- **RECICLAR:** esto implica transformar, meter algo a un proceso como materia prima, y sacar un producto final.

En la casa, tú no reciclas, pero puedes ser parte de la cadena. Todo proceso de reciclaje empieza con la separación de residuos por tipo en la fuente, y esa fuente eres tú, quien está generando “basura”.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias de Ciencias Naturales

- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2022, 26 de mayo). *Efectos de la radiación sobre la salud*. EPA. <https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-de-la-radiacion-sobre-la-salud#:~:text=La%20exposici%C3%B3n%20a%20niveles%20muy,%E2%80%99Cenfermedad%20por%20radiaci%C3%B3n%E2%80%99D>.
- Allott, A., Mindorff, D., & Azcue, J. M. (2015). *Biología. Libro del alumno*. Oxford University Press.
- Andrade, M. P. De. (2022, 10 de junio). *Fracturas: qué son, causas, tipos, tratamiento y cuidado*. <https://momentofit.com/lesiones-deportivas/fracturas/>
- Blanco, J., Tuset, M., Miró, J., Martínez-Sogues, M., del Cacho, E., & Codina, C. (2001, 15 de mayo). *Características de los fármacos antirretrovirales e interacciones farmacocinéticas de relevancia clínica*. *Medicina Integral*. <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-caracteristicas-farmacos-antirretrovirales-e-interacciones-13013910>
- Bordino, J. (2023, 12 de abril). *Factores abióticos: Qué son, características y ejemplos - Resumen*. Recuperado el 11 de mayo de 2022, desde <https://www.geoenciclopedia.com/factores-abioticos-que-son-caracteristicas-y-ejemplos-621.html>
- Botero, E. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1
- Carest Network. (s.f.). *The Network*. https://carest-network.org/?page_id=3009&lang=en
- Centers for Disease Control and Prevention. (n.d.). CDC - Asma - Información Básica. <https://www.cdc.gov/asthma/es/faqs.htm>.
- Clark, M. A., Choi, J. H., & Douglas, M. M. (2018). *Biology*. OpenStax, Rice University.
- Clark, N. (2021, 7 de octubre). *Researchers found a new species of water bear fossilized in a hunk of ancient amber*. NPR. <https://www.npr.org/2021/10/07/1044057076/rare-tardigrade-fossil-discovered-ancient-amber>
- Cleveland Clinic. (s.f.). *Muscle: Types of muscles, functions & common conditions*. <https://my.clevelandclinic.org/health/body/21887-muscle>
- Cleveland Clinic. (s.f.). *Meninges: What they are & function*. <https://my.clevelandclinic.org/health/articles/22266-meninges#:~:text=Meninges%20are%20three%20layers%20of,closest%20to%20your%20brain%20tissue>
- Daubin, V., & Szöllösi, G. J. (2016). *Horizontal gene transfer and the history of life*. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 8(4). <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a018036>
- De los Santos, C. (2022, 10 de marzo). Jardín Botánico Nacional: JBN - *¿Sabes cuándo una especie es endémica?* <https://www.jbn.gob.do/index.php/noticias/item/487-sabes-cuando-una-especie-es-endemica>
- Diccionario.com. (n.d.). *Radiometric dating definition & meaning*. Diccionario.com. <https://www.diccionario.com/browse/radiometric-dating>
- Enciclopedia Dominicana SOS. (s.f.). «*La bandera dominicana*». http://enciclopediadominicana.org/%22La_bandeira_dominicana%22
- Encyclopedia Britannica, inc. (2023, 29 de marzo). *Genetic Engineering*. <https://www.britannica.com/science/genetic-engineering>
- Forest Service Shield. (s.f.). Medicinal Botany. <https://www.fs.usda.gov/wildflowers/ethnobotany/medicinal/index.shtml#:~:text=A%20full%2040%20percent%20of,in%20the%20United%20States%20today>
- Fundación Propagas. (2021, 18 de febrero). *¿Conoces el drago?* <https://www.fundpropagas.com/conoces-el-drago/>
- García R., Ayala P. A., Perdomo, S. P. (2012). *Epigenética: definición, bases moleculares e implicaciones en la salud y en la evolución humana*. *Revista Ciencias de la Salud* 10 (1): 59-71.
- García V., R. (2002). *Biología de la conservación: conceptos y prácticas*. Instituto Nacional de Biodiversidad.
- Icaza-Chávez, M. E. (2013, 1 de octubre). *Microbiota intestinal en la salud y la enfermedad*. *Revista de Gastroenterología de México* 74 (4): 240-248. <http://www.revistagastroenterologiamexico.org/es-microbiota-intestinal-salud-enfermedad-articulo-S0375090613001468>
- Imperato-McGinley, J. et al. (1974) 'Steroid 5 α -reductase deficiency in man: An inherited form of male pseudohermaphroditism', *Science* 186(4170): 1213–1215. doi:10.1126/science.186.4170.1213.
- Instituto Nacional del Cáncer. (2018, 28 de diciembre). *Sustancias en el ambiente que causan cáncer*. <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo-sustancias>
- Instituto Nacional del Cáncer. (s.f.) *Diccionario de Cáncer*. <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/ensayo-clinico-de-fase-iv>
- Iturralde-Vinent, M. & MacPhee, R. (1999). *Paleogeography of the Caribbean Region: Implications for Cenozoic biogeography*. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 238. 1-95.
- Jáquez de Gutiérrez, M. (1993). *Registro de Malformaciones Congénitas y Actividades de Detección de Falcemia, Programas Operativos* (1era ed., Vol. 1).

- Editora Alfa y Omega.
- Jorde, L. B., Bamshad, M. J., & Carey, J. C. (2016). *Medical genetics*. Elsevier.
- Karp, G. (2014). *Biología celular y molecular conceptos y experimentos* (7a ed). McGraw-Hill.
- Knight-Madden, J., Romana, M., Villaescusa, R., Reid, M., Etienne-Julan, M., Boutin, L., Elana, G., Elenga, N., Wheeler, G., Lee, K., Nieves, R., Jones Lecointe, A., Lalanne-Mistrih, M.-L., Loko, G., Keclard-Christophe, L., & Hardy-Dessources, M.D. (2016). Carest—multilingual regional integration for health promotion and research on sickle cell disease and thalassemia. *American Journal of Public Health*, 106(5): 851–853. <https://doi.org/10.2105/ajph.2016.303078>
- Latham, M. (2002). *Nutrición humana en el mundo en desarrollo*. Colección FAO: Alimentación y nutrición, 29. ISBN 92-5-303818-7
- Malagón Terrón, F. J. (2023). *Cuándo empieza y termina la adolescencia*. *The Conversation*. <https://theconversation.com/cuando-empieza-y-termina-la-adolescencia-119553>
- Mayo Clinic. (2023.) *Cómo hablar de sexo con tus hijos adolescentes*, Mayo Clinic. <https://www.mayoclinic.org/es-es/healthy-lifestyle/sexual-health/in-depth/sex-education/art-20044034>
- Mayo Foundation for Medical Education and Research. (2021, 7 de agosto). *Appendicitis*. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/appendicitis/symptoms-causes/syc-20369543#:~:text=La%20appendicitis%20es%20una%20inflamaci%20n,ombligo%20y%20luego%20se%20desplaza>.
- Mayo Foundation for Medical Education and Research. (2022, 18 de mayo). *Gastritis*. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/gastritis/symptoms-causes/syc-20355807#:~:text=La%20gastritis%20es%20un%20t%20rmino,uso%20habitual%20de%20ciertos%20analg%20sicos>.
- Mayo Foundation for Medical Education and Research. (2022b, 19 de julio). *Ataque cardíaco*. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/heart-attack/symptoms-causes/syc-20373106#:~:text=El%20ataque%20cardiaco%20se%20produce,contienen%20colesterol%20se%20llaman%20placas>.
- Mayo Foundation for Medical Education and Research. (2023, 27 de enero). *Meningitis*. <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/meningitis/symptoms-causes/syc-20350508>
- Medicine Plus. Biblioteca Nacional de Medicina. (s.f.). *Alimentos transgénicos*. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002432.htm>
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2012). *Especies exóticas invasoras: una amenaza a la biodiversidad. Orientaciones para un manejo adecuado*. Santo Domingo.
- Montejó, E., & Fischer, A. (2022, 22 de septiembre). *Descubren por qué los tardígrados son prácticamente indestructibles y sobreviven a condiciones extremas* - National Geographic en español. <https://www.ngenespanol.com/animales/descubren-por-que-los-tardigrados-son-practicamente-indestructibles-y-sobreviven-a-condiciones-extremas/>
- National Human Genome Research Institute. (2023, 4 de mayo). *Epigenética*. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Epigenetica>
- National Human Genome Research Institute. (2023, 4 de mayo). *Epigenética*. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Epigenetica>
- National Human Genome Research Institute. (s.f.). *ADN recombinante (radn)*. <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/ADN-recombinante>.
- National Institutes of Health. (n.d.). Medlineplus - resultados sobre: “enfermedad+de+las+arterias+coronarias”. *U.S. National Library of Medicine*. https://vsearch.nlm.nih.gov/vivisimo/cgi-bin/query-meta?v%3Aproject=medlineplus-spanish&v%3Asources=medlineplus-spanish-bundle&query=enfermedad%2Bde%2Bblas%2Barterias%2Bcoronarias&_gl=1%2Adn91uo%2A_ga%2AMTUxMDQ1Mzc-4MC4xNjM3OTc5Mjc%2A_ga_P1FPTH9PL4%2AMTY-4NDg1NDMwMi4yNS4wLjE2ODQ4NTQzMdIuMC4wLjA.%2A_ga_7147EPK006%2AMTY4NDg1NDMwMi4zM-C4wLjE2ODQ4NTQzMdIuMC4wLjA.
- Nature Publishing Group. (2022, 30 de agosto). «One pan-genome to bind them all». *Nature News*. <https://www.nature.com/articles/s41587-022-01484-y>
- Navarro, J., & Mendez, M. A. (2014). *Introducción a la biología evolutiva*. European Society for Evolutionary Biology (ESEB).
- ONU: El embarazo adolescente es una fábrica de pobres. *Andina* 24 (2020, 11 de noviembre). <https://andina.pe/agencia/noticia-onu-embarazo-adolescente-es-una-fabrica-pobres-821125.aspx>
- Organización Panamericana de la Salud. (s.f.). *Salud sexual y reproductiva*. <https://www.paho.org/es/temas/salud-sexual-reproductiva>
- Planned Parenthood. (No date). *Datos de la realidad: comportamiento sexual del adolescente y comunicación entre padres e hijos*. https://www.plannedparenthood.org/files/8714/1322/7123/JustTheFacts_Spanish.pdf
- Real Academia de la Lengua Española. (2023). *Diccionario de la Real Academia Española*. <https://www.rae.es/>
- Real Academia de la Lengua Española. (2023). *Diccionario panhispánico del español jurídico*. <https://dpej.rae.es/lema/radiaci%C3%B3n-ionizante>
- Redacción Médica. (s.f.). *Lesiones musculares: Causas, tipos y tratamiento*. <https://www.redaccionmedica.com/recursos-salud/diccionario-enfermedades/lesiones-musculares>
- Ruiz, A. et al. (2019). Intervención grupal en educación sexual con estudiantes: Actitudes hacia la sexualidad, masturbación y fantasías sexuales. *Escritos de Psicología / Psychological Writings* 12(1): 30–37. doi:10.5231/psy.writ.2019.2607.
- Shaw, J. (2017, 14 de abril). *Is epigenetics inherited?* *Harvard*

BIBLIOGRAFÍA

- Magazine*. <https://www.harvardmagazine.com/2017/05/is-epigenetics-inherited>
- Shev, G. T., Laffoon, J. E., Hofman, C. L. (2021). Human and hutia (*Isolobodon portoricensis*) interactions in pre-Columbian Hispaniola: The isotopic and morphological evidence. *Journal of Archaeological Science: Reports*. Volumen 37. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102913>
 - Silva Taboada, G., W. Suarez Duque, and S. Diaz Franco. (2007). *Compendio de los mamíferos terrestres autóctonos de Cuba vivientes y extinguidos*. Museo Nacional de Historia Natural, Habana, Cuba.
 - Smith, R. y Smith, T. (2015). *Elementos de Ecología* (9th edición). ISBN: 978-129-207-740-6
 - Solomon, E. P., Berg, L. R., Martin, C. E., & Martin, D. W. (2019). *Biology*. Cengage Learning.
 - Solomon, E., Berg, L. y Martin, D. (2013). *Biología*, 9.a edición. ISBN: 978-607-481-934-2
 - Tanaka, A., Nakano, T., Watanabe, K., Masuda, K., Honda, G., Kamata, S., Yasui, R., Kozuka-Hata, H., Watanabe, C., Chinen, T., Kitagawa, D., Sawai, S., Oyama, M., Yanagisawa, M., & Kunieda, T. (n.d.). Stress-dependent cell stiffening by tardigrade tolerance proteins that reversibly form a filamentous network and gel. *PLOS Biology*. <https://journals.plos.org/plosbiology/article?id=10.1371%2Fjournal.pbio.3001780#sec002>
 - Tempany, D. (2023, 9 de mayo). *Muscles and muscle tissue*. Kenhub. <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/muscles>
 - The Nobel Assembly at Karolinska Institutet. (2022, 3 de octubre). *The nobel prize in physiology or medicine 2022*. <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2022/press-release/>
 - Tolosa, A. (2022, 4 de octubre). Nobel de Medicina de 2022 para Svante Pääbo por sus descubrimientos sobre la evolución humana. *Genotipia*. https://genotipia.com/genetica_medica_news/nobel-de-medicina-2022-svante-paabo-evolucion-humana/#:~:text=Nobel%20de%20Medicina%20de%202022%20para%20Svante%20P%C3%A4bo,descubrimientos%20sobre%20la%20evoluci%C3%B3n%20humana&text=La%20Asamblea%20Nobel%20del%20Instituto,hom%C3%ADnidos%20extintos%20y%20evoluci%C3%B3n%20humana
 - U.S. Department of Health and Human Services. (s.f.). La presión arterial alta. <https://www.nia.nih.gov/espanol/presion-arterial-alta#:~:text=La%20presi%C3%B3n%20arterial%20normal%20para,se%20indica%20como%20120%2F80>
 - U.S. National Library of Medicine. (s.f.). Colitis. *Enciclopedia Médica*. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001125.htm>
 - U.S. National Library of Medicine. (s.f.). Gastroenteritis: *Medlineplus en español*. <https://medlineplus.gov/spanish/gastroenteritis.html#:~:text=¿Qué%20es%20la%20gastroenteritis%3F,deshidratación%20o%20síntomas%20más%20serios>
 - UNEP -United Nations Environment Programme. (2009). *Gráficos vitales del cambio climático para América Latina y el Caribe*. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39890/graficos_vitales_cambio_climatico.pdf?sequence=1
 - Unidad de Apoyo Para el Aprendizaje . (s.f.). *Clasificación de los recursos naturales* -http://uapas2.bunam.unam.mx/ciencias/clasificacion_recursos_naturales
 - United Nations. (1992). Convención de Diversidad Biológica.
 - United Nations. (1992). Convención de las Naciones Unidas para el combate de la Desertificación y Sequía.
 - United Nations. (1992). Convención Macro de las Naciones Unidas por el Cambio Climático.
 - WCRF International. (2022, 14 de abril). *Dieta, actividad y cáncer*. <https://www.wcrf.org/diet->

Referencias curriculares

- Germán, L., Mejía, G. E. S., Morales, J. E., Báez, E. E. R., & Díaz, Y. *Educación Vial Nivel Secundario*. <https://www.educando.edu.do/portal/wp-content/uploads/2023/03/Fasciculo-Educacion-Vial-NS.pdf>
- Ministerio de Educación de la República Dominicana. (2022). *Adecuación Curricular. Dirección General de Currículo*. Santo Domingo: MINERD. Tomado de: <https://www.ministeriodeeducacion.gob.do/docs/direccion-general-de-curriculo/IgwQ-adequacion-curricular-nivel-secudariopdf.pdf>
- Ministerio de Educación de la República Dominicana (MINERD). (2016a). *Diseño Curricular Nivel Primario: Primer Ciclo*. Santo Domingo, República Dominicana: Ministerio de Educación de la República Dominicana
- Ministerio de Educación de la República Dominicana. (2016). *Diseño curricular nivel secundario, primer ciclo*. Santo Domingo: MINERD. Recuperado de <https://bit.ly/2wcvlnk>
- Ministerio de Educación de la República Dominicana (MINERD). (2016b). *Bases de la Revisión y Actualización Curricular*. Santo Domingo, República Dominicana: Ministerio de Educación de la República Dominicana.
- Polanco Rivera, J. G., Cabrera, S., & Robles, V. (2023). Caracterización del currículo: su desarrollo evolutivo según los enfoques curriculares en el contexto de la enseñanza preuniversitaria de República Dominicana. *Revista de Investigación Y Evaluación Educativa*. 10(1), 88–107. <https://doi.org/10.47554/revie.vol10.num1.2023.pp88-107>

Obras de referencia general

- ACADEMIA DOMINICANA DE LA LENGUA (2013): *Diccionario del español dominicano*, Santo Domingo, Editora Judicial.
- ACADEMIA DOMINICANA DE LA LENGUA. *Diccionario fraseológico del español dominicano*. Santo Domingo: Editora Judicial S.R.L., 2016. 626 pp. (ISBN: 978-9945-)
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2006). *Diccionario esencial de la lengua española*. Espasa Calpe. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2010): *Ortografía de la lengua española*. Madrid, Espasa Libros.
- Rimoli, R. O. (2012). *Diccionario de Términos ambientales*. Santo Domingo: Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Sección Nacional de República Dominicana.
- Rodríguez Rancier, E., & Despotovic, N. (2011). *Diccionario enciclopédico dominicano de medio ambiente*. Washington, DC/Santo Domingo: Global Foundation for Democracy and Development (GFDD)-Fundación Global Democracia y Desarrollo (Funglode).
- Sáez, J. L. (S. J.) (1992). Breve historia política de la República Dominicana (1492-1992). *Revista Estudios Sociales*, 25(89/90).
- Urbina Barrera, F., & Hernandez-Laroche, A. (2023). *Diccionario de la inmigración y la Otrredad en las Américas en el s.XXI*.
- UNESCO. (2017). *Guía para asegurar la inclusión y la equidad en la educación*. París: UNESCO.
- Varios autores (2003). *Enciclopedia ilustrada de la República Dominicana* (11T). Santo Domingo, Republica Dominicana: Eduprogreso, SA.
- *Portal del Instituto Geográfico Nacional*. <https://www.ign.gob.do/>
- *Portal del Ministerio de Educación de la República Dominicana*. <https://www.ministeriodeeducacion.gob.do/>
- *Portal del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana*. <https://ambiente.gob.do/>
- *Portal del Consejo Nacional de Discapacidad*. <https://conadis.gob.do/>
- *Portal de Servicios del Gobierno Dominicano*. <https://www.gob.do/>
- *Galería de arte dominicano*. <https://www.galeriadeartedominicana.com/>
- *Portal educativo de ciencias, salud y medioambiente*. <https://ambientech.org/>
- *Portal educativo para el estudio de las matemáticas*. <https://www.geogebra.org/>
- *Portal educativo para tareas escolares*. <https://www.educapques.com/>
- *Portal educativo de lengua* <http://www.eldigoras.com/eldyle/lng11profyestpsb.html>
- *Portal de lecturas literarias y aprendizaje de la lengua* http://innovacion.iems.edu.mx/portal_lengua/
- *Biblioteca de literatura infantil y juvenil*. <https://www.cervantesvirtual.com/>
- *Portal de educación infantil*. <https://www.mundoprimaria.com/>
- *Recursos educativos de preescolar*. <https://www.twinkl.es/>
- *Recursos educativos diversos*. <https://www.edufichas.com/>
- *Recursos para educación secundaria*. <https://www.educacionrespuntocero.com/recursos/secundaria/>

Webgrafía

- *Portal del Archivo General de la Nación*. <https://agn.gob.do/>
- *Portal del Consejo Nacional para la niñez y la adolescencia* <https://conani.gob.do/>
- *Portal de la educación dominicana*. <https://www.educando.edu.do/>

COORDINACIÓN GENERAL

• Bolívar Sosa

El profesor Bolívar Sosa es graduado de la Licenciatura en Educación con una Maestría en Educación Superior en la Universidad Central del Este (UCE). Es también egresado de la Escuela de directores del Ministerio de Educación. Actualmente cursa una Maestría en Organización de Instituciones Educativas en el ISFODOSU, es doctorando en educación de la Universidad de Investigación e Innovación de México. Ha participado en diversos congresos internacionales de educación, en Brasil, Colombia, México y Chile. Son múltiples las capacitaciones en liderazgo educativo que ha recibido este profesional del magisterio. Entre sus actividades de nuevos proyectos educativos destacan la fundación en 2003 del Colegio Pestalozzi, donde se da a conocer por el rápido crecimiento de esta institución educativa ganando un espacio importante en San Pedro de Macorís. Otros importantes aportes son la organización de dos proyectos de intercambios inter-escolares con el Colegio Hill Crest de Minnesota, USA y con una Escuela Lessing-Stadtteilschule de Hamburgo Alemania. El profesor Bolívar Sosa es actualmente director de la Escuela de Educación de la Universidad Central del Este, UCE y asesor regional del MINERD.

- **Aide Rosa E. Cornielle Dipré**

Es una profesora universitaria y bióloga dominicana egresada de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD) “Cum Laude”, en el año 2005; exbecaria FullbrightMESCYT año 2008. En mayo del 2011 obtuvo su Máster en Ciencias en el área de Biología Celular y Molecular en la Universidad “Ball State University” localizada en Muncie, Indiana, Estados Unidos de América; donde también obtuvo un Certificado en Biotecnología, en el año 2010; allí le fue homologado el grado de Máster en Artes en Educación Superior. Aide Cornielle es docente e investigadora de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), donde dirige y participa en proyectos de investigación científica en las áreas de genética y biología molecular; es docente e investigadora de la Universidad Central del Este (UCE), donde dirige el Laboratorio de Investigación en Enfermedades Emergentes y Biología Molecular; así como también investigadora adjunta del (MESCYT). La Prof. Cornielle es Gerente de Proyectos del Patronato de las Enfermedades Congénitas y Hereditarias (PECYH), y presidente del Instituto de Investigación Colaborativa (INDEICOL) Dentro de sus reconocimientos más importantes podemos citar: “Bióloga Destacada”, otorgado por la Embajada de los Estados Unidos de América en la República Dominicana en el año 2018.

- **Shanti Turbí Cornielle**

Es Técnico-Profesional en Producción Agrícola, egresada del Instituto Politécnico Loyola (IPL) de San Cristóbal en el 2017. Durante los años de 2017-2020 curso de forma parcial la carrera de Lic. en Biología en la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), donde obtuvo méritos por excelencia académica y donde recibió diversas capacitaciones, entre ellas en las áreas de Biología Molecular y Metagenómica. Actualmente está cursando el 7mo trimestre la carrera de Lic. Biotecnología en el Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC). Shanti Turbí es asistente de investigación del proyecto titulado “Características clínicas, epidemiológicas y etiológicas de los síndromes febriles en la República Dominicana”, proyecto colaborativo entre la Universidad Central del Este (UCE) y la Universidad de Texas Medical Branch (UTMB); es técnico de laboratorio para el proyecto – Medio Inmunitario del Dengue, Children’s Hospital of Philadelphia, proyecto UCE-CHOP. Shanti Turbí fue co-autora del Manual Integrado de Prácticas del Laboratorio de Biología General de la Facultad de Ciencias y Humanidades, y de la Facultad de Medicina de la Universidad Central del Este (UCE) en los años 2018 y 2021, respectivamente.

- **Joel A. Rojas González**

Lic. Joel Andres Rojas es biólogo dominicano, graduado con honores de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD) en el año 2022. Su trabajo de investigación más destacado a la fecha ha sido la “Descripción genética y morfológica de híbridos de tortugas de agua dulce en el Jardín Botánico Nacional de Santo Domingo”; fue monitor de las asignaturas Genética y Citología de la Licenciatura en Biología de la UASD, y representante de Asuntos Públicos e Internacionales de los estudiantes de la Licenciatura en biología y Tesorería de la Sociedad Dominicana de Botánica. Joel Rojas ha trabajado en la implementación de los Protocolos de Nagoya y Cartagena del Convenio de la Diversidad Biológica, a través de la formulación de informes técnicos y elaboración de contratos “Acceso a los Recursos Genéticos y Distribución Justa y Equitativa de los Beneficios” (ABS) con investigadores de la academia y de la industria, desde el Depto de Recursos Genéticos del Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente.

COLABORADORES

- Miguel Turbí Sosa
- Fernando Tapia Luzardo
- Juan Almonte
- Celeste Mir
- Narayi Turbí Cornielle
- Ceila Pérez de Ferrán
- Angela Guerrero
- Joany Ramírez de Oliva
- Cinthia Ortiz Rojas
- David Hernández Martich
- Jerry Franco
- Carolina Núñez Reyes

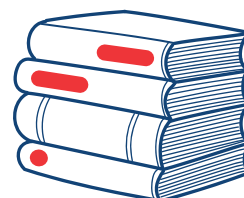
CONSEJOS PARA CUIDAR TUS LIBROS

Los libros de textos deben de tener una larga vida. Si sigues estos consejos, los libros podrán ser usados por tus hermanas, hermanos y otros estudiantes el próximo año escolar. De esta forma cuidamos el medioambiente y el patrimonio público nacional. Con estas acciones demostramos ser responsables.

1

Forra los libros inmediatamente entregados

El forro no debe dañar el libro, usa forros con adhesivos.



2

Coloca una etiqueta con tu nombre en el forro

Nunca debes colocar la etiqueta de tu nombre pegada al libro. Así el estudiante siguiente lo encontrará como nuevo y podrá volver a usarlo.



3

Guarda los libros de texto una vez usados

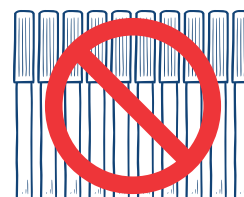
No los dejes abiertos en la mesa y evita comer o beber mientras estudias. Los líquidos son el peor enemigo de tus libros.



4

No subrayes con lapiceros o bolígrafos

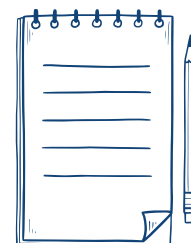
Evita el uso del lapicero, al utilizar la borra se daña el papel y la tinta del texto. En caso de ser necesario usa lápiz HB o B.



5

Estudia haciendo resúmenes o esquemas

Utiliza tu cuaderno para hacer resúmenes, esquemas y todos los ejercicios que aparecen en los libros.



CONSEJOS PARA CUIDAR TUS LIBROS

6

Evita introducir objetos dentro del libro

No marques las páginas introduciendo objetos en el libro. Si hay la necesidad de marcar, utiliza trozos de papel.



7

Organiza tus libros en la mochila

Organiza los libros y todos los materiales escolares en la mochila. Coloca la comida y los líquidos aparte.



8

En casa, reserva un espacio exclusivo para tus libros

Coloca tus libros de forma vertical con el lomo hacia afuera para que se vea el título. Así estarán siempre bien conservados.



9

Utiliza el libro con cuidado

Evita forzarlos apretando o doblando excesivamente por el medio, evita forzar la encuadernación en el lomo del libro.



10

Lleva un control de los libros que prestas

Cuando prestes un libro, debes tener control sobre el préstamo y la fecha de devolución de tu libro.



PROYECTO LIBRO ABIERTO

El Proyecto Libro Abierto es una iniciativa del **Ministerio de Educación de la República Dominicana, (MINERD)**, que busca el desarrollo de contenidos y recursos didácticos, a través de diferentes plataformas digitales e impresas, con la finalidad de ser utilizados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes dominicanos.

A partir de esta importante invención, el Ministerio de Educación presta especial atención a la necesidad de distribución de estos recursos y contenidos didácticos a las diferentes escuelas y liceos que conforman el sistema público de educación de la República Dominicana.

Este libro es una puerta abierta al universo virtual de conocimientos y referencias que aparecen representadas por el uso de los códigos QR de cada una de las unidades. Es una manera de ir más lejos en la búsqueda de informaciones porque permite a los estudiantes entrar en las redes, en las bibliotecas en línea, en informaciones especializadas que están cambiando por la entrada de nuevas discusiones y conocimientos científicos, en centros especializados en línea y en las rutas virtuales con las que se construyen los nuevos conocimientos que van surgiendo en las academias actuales. Se trata de un Libro Abierto con el que los estudiantes podrán emplear todas sus energías navegando y contrastando las informaciones que tiene esta colección.



Para consultar el Diseño Curricular:

Dirección General de Currículo

www.ministeriodeeducacion.gob.do





Himno Nacional de la República Dominicana

I

Quisqueyanos valientes, alcemos
Nuestro canto con viva emoción,
Y del mundo a la faz ostentemos
Nuestro invicto glorioso pendón.

II

¡Salve! el pueblo que, intrépido y fuerte,
A la guerra a morir se lanzó,
Cuando en bélico reto de muerte
Sus cadenas de esclavo rompió.

III

Ningún pueblo ser libre merece
Si es esclavo indolente y servil;
Si en su pecho la llama no crece
Que templó el heroísmo viril,

IV

Mas Quisqueya la indómita y brava
Siempre altiva la frente alzará;
Que si fuese mil veces esclava
Otras tantas ser libre sabrá.

V

Que si dolo y ardid la expusieron
De un intruso señor al desdén,
¡Las Carreras! ¡Beller!, campos fueron
Que cubiertos de gloria se ven.

VI

Que en la cima de heroico baluarte
De los libres el verbo encarnó,
Donde el genio de Sánchez y Duarte
A ser libre o morir enseñó.

VII

Y si pudo inconsulto caudillo
De esas glorias el brillo empañar,
De la guerra se vio en Capotillo
La bandera de fuego ondear.

VIII

Y el incendio que atónito deja
De Castilla al soberbio León,
De las playas gloriosas le aleja
Donde flota el cruzado pendón.

IX

Compatriotas, mostremos erguida
Nuestra frente, orgullosos de hoy más;
Que Quisqueya será destruida
Pero sierva de nuevo, ¡jamás!

X

Que es santuario de amor cada pecho
Do la patria se siente vivir;
Y es su escudo invencible: el derecho;
Y es su lema: ser libre o morir.

XI

¡Libertad! que aún se yergue serena
La Victoria en su carro triunfal,
Y el clarín de la guerra aún resuena
Pregonando su gloria inmortal.

XII

¡Libertad! Que los ecos se agiten
Mientras llenos de noble ansiedad
Nuestros campos de gloria repiten
¡LIBERTAD! ¡LIBERTAD! ¡LIBERTAD!.

Letra: Emilio Prud'Homme | Música: José Reyes



GOBIERNO DE LA
REPÚBLICA DOMINICANA

EDUCACIÓN

Libro
abierto 

SERIE 1